

**UJI AKURASI ALGORITMA ARAH KIBLAT AL-
BIRUNI DALAM KITAB *TAHDĪD NIHĀYĀT AL-
AMĀKIN LITAṢHĪH MASĀFĀT AL-MASĀKIN***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Hukum Strata Satu (S.1)



Disusun Oleh :

RYKY DIAN PRATAMA

1802046100

**PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2022**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dr. H. Junaidi Abdillah, M.S.I.
Perum Pandana Merdeka Blok Q No. 12

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eks
Hal : Naskah Skripsi
An. Ryky Dian Pratama

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo
di- Semarang

Assalamu alaikum W/ B/ B/

Setelah saya mengoreksi dan melakukan perbaikan seperlunya, Bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara

Nama : Ryky Dian Pratama
NIM : 1802046100
Jurusan : Ilmu Falak
Judul Skripsi : *Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab Tahfid Nihyyat al-Amūkin li Taykh Masūfih al-Masūkin.*

Dengan ini saya memohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.

Demikian, harap menjadikan maklum.

Wassalamu alaikum W/ B/ B/

Semarang, 10 Juni 2022
Pembimbing I



Dr. H. Junaidi Abdillah, M.S.I.
NIP. 197902022009121001

Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I.
Bringin, Ngaliyan, Kota Semarang

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Lamp : 4 (empat) eka.
Hal : Naskah Skripsi
An. Ryky Dian Pratama

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Syari'ah dan Hukum
UIN Walisongo
di- Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.


Setelah saya mengoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, Bersama ini saya kirim naskah skripsi Saudara:

Nama : Ryky Dian Pratama
NIM : 1802046100
Jurusan : Ilmu Falak
Judul Skripsi : *Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab Tahdid Nihāyāt al-Amākin II Tashih Masāfāt al-Masākin.*

Dengan ini saya memohon kiranya skripsi Saudara tersebut dapat segera dimunaqasyahkan.
Demikian, harap menjadikan maklum.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 10 Juni 2022
Pembimbing I/


Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I.
NIP. 198911022018011001

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
Jalan Prof. Dr. H. Hamba Semarang 50185
Telepon (024)7601791, Faksimil (024)7624691, Website : <http://iain.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Skripsi Saudara : Ryky Dian Pratama
NIM : 1802046100
Fakultas/Prodi : Syariah dan Hukum/Ilmu Falak
Judul : Uji Akurasi Algoritma Arah Kiblat Al-Hiruni dalam Kitab
Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashāh Masāʾif al-Masākin

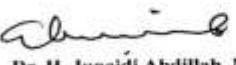
Telah dimunaqosahkan oleh Dewan Penguji Fakultas Syariah dan Hukum Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, dan dinyatakan LULUS dengan predikat CUMLAUDE, pada tanggal : 22 Juni 2022 dan dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata I tahun akademik 2021/2022.

Semarang, 29 Juni 2022

Ketua Sidang


Dr. Fakhrudin Aziz, Lc. M.S.I.

Sekretaris Sidang



Dr. H. Junaidi Abdillah, M.S.I.
NIP. 197902022009121001

Penguji Utama I

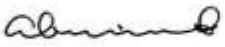

Dr. H. Ahmaduzzuddin, M.Ag.
NIP. 197205111999031003



Penguji Utama II


Dr. Ja'far Bachaqi, S.Ag., MH.
NIP. 197308212000031002

Pembimbing I


Dr. H. Junaidi Abdillah, M.S.I.
NIP. 197902022009121001

Pembimbing II


Dr. A. Adib Rofuiddin, M.S.I.
NIP. 198311022018011001

MOTTO

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۚ وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ
رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَفِيلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ

“Dan dari mana saja kamu keluar (datang), maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya ketentuan itu benar-benar sesuatu yang hak dari Tuhanmu. Dan Allah sekali-kali tidak lengah dari apa yang kamu kerjakan”.

(QS. Al-Baqarah: 149)¹

¹ Kementerian Agama RI, *Al-Qur`an dan Terjemahannya*, 2019.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Bapak **Sударsono** dan Ibu **Rusmiati** (Orang Tua Penulis)

Rifal Hamjali (Saudara Kandung Penulis)

Partorejo`s Family (Keluarga Besar Penulis dari Pihak Ibu)

Ponijan`s Family (Keluarga Besar Penulis dari Pihak Bapak)

Para Guru Penulis selama menempuh Pendidikan di TK Pertiwi Keranji Guguh, SD Negeri 11 Keranji Guguh, Madrasah Diniyah Al-Fattah Keranji Guguh, MTs Ittihadul Muslimin Siak, MAS Ittihadul Muslimin Siak, PP. Ittihadul Muslimin Siak, dan PP. Al-Firdaus YPMI Semarang.

Keluarga COMSAFA 12 (CSSMoRA UIN Walisongo Semarang Angkatan 2018)

Keluarga Besar CSSMoRA UIN Walisongo Semarang

Keluarga Besar CSSMoRA Nasional

Almamater UIN Walisongo Semarang

Para Aktivis dan Pegiat Ilmu Falak se-Indonesia

DEKLARASI

Dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, penulis menyatakan bahwa skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis oleh orang lain atau diterbitkan. Demikian juga skripsi ini tidak berisi satu pun pemikiran-pemikiran orang lain, kecuali informasi yang terdapat dalam referensi yang dijadikan bahan rujukan.

Semarang, 16 Juni 2022

Deklarator,



Ryky Dian Pratama
1802046100

PEDOMAN TRANSLITERASI

A. Konsonan Tunggal

ء = `	ز = z	ق = q
ب = b	س = s	ك = k
ت = t	ش = sy	ل = l
ث = ts	ص = sh	م = m
ج = j	ض = dl	ن = n
ح = h	ط = th	و = w
خ = kh	ظ = zh	ه = h
د = d	ع = `	ي = y
ذ = dz	غ = gh	
ر = r	ف = f	

B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal dalam bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal dan vokal rangkap.

Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
◌َ	Faṭḥah	A	A
◌ِ	Kasrah	I	I
◌ُ	Ḍammah	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
ني	Faṭḥah dan ya	Ai	A dan I
نو	Faṭḥah dan wau	Au	A dan U

C. *Maddah*

Maddah adalah vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Faṭḥah dan alif ditulis \bar{a}

Kasrah dan ya \bar{t}

Dammah dan wau \bar{u}

D. *Ta` Marbutah*

Transliterasi untuk ta` marbutah memiliki dua ketentuan. *Pertama*, ta` marbutah hidup atau yang mendapatkan harakat kasrah dan dammah, transliterasinya adalah “t”. *Kedua*, ta` marbutah mati atau yang mendapatkan harakat sukun, transliterasinya adalah “h”.

E. *Syaddah*

Syaddah atau tasydid yang dalam tulisan Arab dilambangkan dengan “ُ” ditransliterasikan dengan huruf konsonan ganda.

F. *Kata Sandang*

Kata sandang dalam tulisan Arab dilambangkan dengan huruf “ال”, dalam transliterasinya dibedakan menjadi dua.

Pertama, kata sandang yang diikuti oleh huruf syamsiyah ditransliterasikan sesuai dengan bunyinya. Kedua, kata sandang yang diikuti oleh qamariyah transliterasinya sesuai dengan aturan di depan.

ABSTRAK

Al-Biruni merupakan seorang astronom Muslim abad pertengahan, yang memiliki banyak karya dibidang astronomi dan matematika. Salah satu karyanya ialah kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*, merupakan kitab yang membahas tentang penentuan koordinat geografis suatu daerah dan arah kiblat. Metode algoritma arah kiblat Al-Biruni menggunakan aturan sinus cosinus trigonometri (segitiga bola). Dan fokus permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah 1). Bagaimana metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* dan 2). Bagaimana tingkat akurasi algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab tersebut.

Penelitian ini termasuk pada penelitian kualitatif menggunakan *library research* atau kepustakaan. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*. Teknik analisis yang digunakan adalah *deskriptif analitik*, dengan melakukan analisis terhadap pemikiran dan metode algoritma arah kiblat Al-Biruni.

Hasil penelitian yang dilakukan penulis menunjukkan bahwa metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* bisa diterapkan dalam penentuan arah kiblat. Hal ini sudah dibuktikan dengan melakukan uji akurasi menggunakan metode kontemporer (*ephemeris*) dan metode Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī*. Hasil yang diperoleh dari pengujian kedua metode tersebut ditemui selisihnya tidak sampai pada menit atau bahkan derajat, dan metode Al-Biruni ini bias diterapkan dalam penentuan arah kiblat secara akurat.

Kata Kunci: Al-Biruni, Algoritma, Trigonometri Bola

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji bagi Allah *subhānahu wa ta`ālā* yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul: “Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*”.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada baginda alam Nabi besar Muhammad *shallallāhu `alaihi wa sallam* yang membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang serba canggih dan modern seperti yang kita rasakan saat ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menulis skripsi ini tidak sendirian, melainkan ada orang-orang yang senantiasa membantu dan mendukung penulis dari pihak internal maupun eksternal baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang, Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., yang telah memfasilitasi penulis baik dari dosen, infrastruktur kampus dan lain sebagainya, sehingga penulis dengan nyaman berkuliah di UIN Walisongo Semarang.
2. Dekan Fakultas Syariah dan Hukum UIN Walisongo Semarang, Dr. KH. Mohamad Arja Imroni, M.Ag., beserta jajarannya.
3. Ketua Program Studi Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang Ahmad Munif, M.S.I., beserta staff nya sekaligus sebagai pengelola PBSB UIN Walisongo Semarang, yang telah memberikan nasehat dan motivasi kepada penulis.
4. Pengelola PBSB UIN Walisongo Semarang tahun 2018-2022, Drs. H. Maksun, M.Ag., dan Dr. Moh. Khasan, M.Ag., yang dari awal selalu menjadi orang tua penulis selama berkuliah di Semarang, beliau berdua tak henti-hentinya untuk menasehati, membimbing, serta mau membagi pengalaman kepada penulis.
5. Kementerian Agama Republik Indonesia, Ditjen Pendidikan Islam, Direktorat Pendidikan Diniyah dan Pondok Pesantren, Kasubdit Pendidikan Pesantren, bapak Dr. H. Waryono Abdul Ghafur, M.Ag., dan Dr. H. Basnang Said, M.Ag., yang telah memberikan beasiswa full kepada penulis melalui Program

Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB) di UIN Walisongo Semarang.

6. Dosen Pembimbing I penulis, Dr. H. Junaidi Abdillah, M.S.I, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini dengan tulus dan ikhlas.
7. Dosen Pembimbing II penulis, Dr. Ahmad Adib Rofiuddin, M.S.I, terimakasih atas ilmu, nasihat, dan arahan dari beliau kepada penulis dalam tahapan penyelesaian skripsi ini.
8. Kepada seluruh dosen penulis di UIN Walisongo Semarang, yang telah memberikan ilmu serta pemahaman tentang segala macam disiplin keilmuan, khususnya dosen-dosen Ilmu Falak Drs. KH. Slamet Hambali, M.S.I., Dr. KH. Ahmad Izzuddin, M.Ag., dan Dr. Moh. Khasan, M.Ag., selaku wali dosen penulis dan seluruh dosen-dosen penulis yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
9. Kedua orang tua penulis, ayah, mama, adik, dan seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan do`a, dukungan, serta nasihat yang tiada henti dalam proses mengerjakan skripsi.
10. Pengasuh Pondok Pesantren Al-Firdaus YPMI Semarang, Drs. KH. Ahmad Ali Munir, M.S.I., beserta seluruh ustad dan ustazah dan keluarga besar Pondok Pesantren Al-Firdaus

YPMI, yang telah menjadi rumah kedua penulis sekaligus menjadi tempat menuntut ilmu selama berada di Semarang.

11. Pimpinan Pondok Pesantren Ittihadul Muslimin Siak, Ustad Afrizal, S.Pdi., dan Ustad Irsansi, S.Pdi., beserta ustad dan ustazah keluarga besar Pondok Pesantren Ittihadul Muslimin, Ustazah Nur Ainun, S.Si, dan Ustazah Isna Fitrianiingsih, S.Ag., yang telah mendorong penulis untuk dapat melanjutkan studi ke bangku perkuliahan melalui PBSB ini.
12. Seluruh guru-guru penulis, mulai dari Taman Kanak-kanak (TK), Sekolah Dasar (SD), hingga saat ini yang telah memperkenalkan dan mendidik penulis tentang baca tulis dan keilmuan yang lainnya.
13. Keluarga besar CSSMoRA UIN Walisongo Semarang dari seluruh angkatan, terima kasih sudah memberikan rumah kepada penulis untuk dapat berkembang dan menambah pengalaman yang berkesan dan akan selalu dikenang.
14. Keluarga besar COMSAFA (Community Of Santri Falak) yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia mulai Sabang-Merauke: Arina, Dayat, Dimas, Evan, Fadly, Faried, Hesti, Karina, Leli, Maulida, Nasrul, Navi, Neli, Rida, Rustika, Sela, Septri, Shofi, Takhta, Ulin, Wahid, Wahyudi, Wali, Zulfian. Terima kasih atas kebersamaannya selama ini, kalian merupakan keluarga terdekat penulis selama di perantauan.

15. Kepengurusan Nasional CSSMoRA, khususnya Kabinet Kartalingga periode 2021-2022, Dani, Delvi, Rozkit, Ratu, Silvia, dan Zidni. Yang telah memberikan sinergi positifnya kepada penulis.
16. Semua pihak yang telah membantu, mengingatkan, dan memberikan dorongan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Tiada ucapan yang dapat penulis kemukakan disini atas do`a, semangat, bantuan, dan dukungan dari mereka kecuali hanya do`a dan harapan dari penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun supaya lebih baik kedepannya. Dan semoga skripsi penulis ini dapat bermanfaat bagi banyak orang. Aamiin...

Semarang, 10 Juni 2022

Penulis:



Ryky Dian Pratama
1802046100

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
DEKLARASI	vii
PEDOMAN TRANSLITERASI	viii
ABSTRAK	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	8
D. Tinjauan Pustaka	9
E. Metode Penelitian.....	13
F. Sistematika Penulisan.....	17
BAB II TINJAUAN UMUM TENTANG ARAH KIBLAT ..	19
A. Pengertian Arah Kiblat.....	19

B.	Dasar Hukum Menghadap Kiblat	21
C.	Sejarah Arah Kiblat	27
D.	Pendapat Ulama Tentang Arah Kiblat.....	32
E.	Metode Penentuan Arah Kiblat	39
F.	Trigonometri Bola dalam Penentuan Arah Kiblat.....	53
BAB III AL-BIRUNI DAN ALGORITMA ARAH KIBLAT DALAM KITAB <i>TAHDĪD NIHĀYĀT AL-AMĀKIN LITAṢHĪH MASĀFĀT AL-MASĀKIN</i>		61
A.	Biografi Intelektual Al-Biruni	61
B.	Karya-karya Al-Biruni	72
C.	Gambaran Umum Tentang Kitab <i>Tahdīd Nihayat al- Amakin li Taṣhīh Masāfat al-Masakin</i>	82
D.	Konsep Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab <i>Tahdīd Nihayat al-Amakin li Taṣhīh Masāfat al-Masakin</i> ..	88
BAB IV ANALISIS ALGORITMA ARAH KIBLAT AL- BIRUNI DALAM KITAB <i>TAHDĪD NIHĀYĀT AL-AMĀKIN LITAṢHĪH MASĀFĀT AL-MASĀKIN</i>		100
A.	Analisis Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab <i>Tahdīd Nihayat al-Amakin li Taṣhīh Masāfat al-Masakin</i>	100
B.	Analisis Keakurasian Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab <i>Tahdīd Nihayat al-Amakin li Taṣhīh Masāfat al- Masakin</i>	107
BAB V PENUTUP		118
A.	Kesimpulan.....	118
B.	Saran.....	120
C.	Penutup.....	121

DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	131
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	134

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Klasifikasi Karya Al-Biruni	74
Tabel 3. 2 Data Koordinat Versi Al-Biruni dalam Kitab <i>Tahdī d̄ Niha yā t̄ al-Ama kīn li Taṣhi ḥ Masa fā t̄ al-Masa kīn</i> dan Versi Modern.....	89
Tabel 4. 1 Ketentuan Arah Kiblat Metode Al-Biruni.....	101
Tabel 4. 2 Data Koordinat	103
Tabel 4. 3 Akurasi Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab <i>Tahdī d̄ Niha yā t̄ al-Ama kīn li Taṣhi ḥ Masa fā t̄ al-Masa kīn</i>	113
Tabel 4. 4 Akurasi Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sudut Kiblat Suatu Tempat	57
Gambar 2. 2 Segitiga Bola	59
Gambar 3. 1 Penjelasan Tentang Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab <i>Tahdī d̄ Niha yā t̄ al-Ama kin li Taṣhi h̄ Masa fa t̄ al-Masa kin</i>	84
Gambar 3. 2 Ilustrasi Segitiga Bola Versi Al-Biruni dalam Kitab <i>Tahdī d̄ Niha yā t̄ al-Ama kin li Taṣhi h̄ Masa fa t̄ al-Masa kin</i>	91
Gambar 3. 3 Ilustrasi Segitiga Bola Versi E.S. Kennedy	91
Gambar 4. 1 Ilustrasi Segitiga Bola Versi Al-Biruni dalam Kitab <i>Al-Qa nu n̄ al-Mas u di</i>	111
Gambar 4. 2 Ilustrasi Arah Kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang	115

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Abu Raihan Al-Biruni atau biasa disebut Al-Biruni merupakan cendekiawan muslim abad pertengahan (973-1048). Lahir dipinggir kota Kyat (Khiva), ibukota pemerintahan Khorezmi atau kini wilayah negara Uzbekistan, empat abad sesudah Nabi Muhammad SAW (571-634).¹

Al-Biruni dibesarkan dalam lingkungan keluarga yang taat beragama dan mencintai ilmu. Dengan demikian tidak heran sejak usia muda dia sudah memiliki kemampuan luar biasa. Beberapa sumber menyebutkan Al-Biruni sempat belajar kepada beberapa orang guru seperti Syaikh `Abd ash-Shamad (dalam bidang kedokteran), Abu al-Wafa` al-Buzjany, Mansur bin Ali bin Iraq (dalam bidang matematika dan astronomi), dan tokoh-tokoh lainnya. Selain bahasa Arab, Al-Biruni juga menguasai sejumlah bahasa seperti Persia, Suriah (*Suryany*), Sansekerta, Yunani, dan `Ibry (Yahudi).

Al-Biruni banyak memberi sumbangan dalam bidang sains, dia dikenal sebagai ilmuwan yang memiliki kemampuan diberbagai bidang yaitu matematika, astronomi,

¹ Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan Al-Biruni” dan Karyanya dalam Bidang Astronomi dan Geografi Matematika*, (Jakarta: Suara Bebas, 2007), 168.

astrologi, fisika, filsafat, sejarah, geografi, kedokteran, farmasi, dan sastra. Karena kepakarannya ini, orientalis Barat menyebut Al-Biruni sebagai “Ptolemeus Arab”², dan Al-Biruni sangat dikenal baik di Timur maupun di Barat.

Era Al-Biruni adalah era keemasan peradaban Islam dengan lahir dan berkembangnya berbagai disiplin keilmuan khususnya filsafat dan sastra. Sebelum Al-Biruni, sejatinya juga telah muncul tokoh-tokoh astronomi dan sains yang secara pasti ikut memengaruhi pemikiran dan keilmuan Al-Biruni. Tokoh-tokoh itu diantaranya Al-Khawarizmi, Al-Farabi, dan Abu Bakr ar-Razi.

Al-Biruni adalah salah satu ilmuwan terbesar Islam sepanjang masa. Al-Biruni menulis hampir 200 karya, namun hingga kini hanya sebagian saja dari karyanya yang tersisa dan dapat ditelusuri keberadaannya. Bahkan setengah dari karya-karyanya ini belum diteliti (tahqiq dan analisa).³ Atas karya-karya dan pencapaiannya, Al-Biruni adalah tokoh astronomi yang paling banyak dikaji jika dibandingkan dengan tokoh-tokoh astronomi lainnya. Tipikal Al-Biruni

² Ptolemeus Arab adalah pengarang beberapa risalah ilmiah berbahasa Arab, tiga diantaranya kemudian memainkan peranan penting dalam keilmuan Islam dan Eropa. Yang pertama adalah risalah astronomi, geografi dan astrologi. Lihat di https://id.m.wikipedia.org/kladius_ptolemeus diakses pada hari Kamis, 24 Juni 2021/13 Dzulqo`dah 1442 H Pukul 09.29 WIB.

³ Ahmad Dallal, *Sains-Sains Islam*, dalam “The Oxford History of Islam”, Editor: John L. Esposito, terj. M. Khoirul Anam (Inisiasi Press, 2004 M), 4.

dalam menulis adalah dia selalu menulis manakala memiliki data dan informasi yang valid. Dia juga kerap menata data-data yang dia dapat secara logis dan sistematis.

Sebagian besar karya-karya Al-Biruni ditulis dalam bahasa Arab yang merupakan bahasa ilmu pengetahuan dalam beberapa abad. Al-Biruni menposisikan bahasa Arab sangat tinggi, menurutnya bahasa Arab merupakan alat komunikasi terbaik di zamannya.⁴

Menurut Mohaini,⁵ total catatan Al-Biruni mencapai 180 risalah. Dimana seperenam diantaranya hingga kini masih ada, sementara selebihnya telah hilang dan hanya dikenal judulnya saja. Selanjutnya lagi setengah dari karya-karyanya saat ini telah diterbitkan. Dalam konteks hari ini, karya-karya Al-Biruni merupakan harta tersembunyi karena sebagian besar belum dikaji secara detail.

Dari daftar karya-karya Al-Biruni, tidak sedikit karya orisinal Al-Biruni yang membahas mengenai ilmu falak atau astronomi. Kumpulan karya tersebut sesungguhnya merupakan ensiklopedi ilmu falak atau astronomi Timur abad pertengahan. Oleh karena itu, Abu Raihan Al-Biruni dikenal

⁴ Bill Scheppeler, *Al-Biruni Master Astroonomer and Muslim Scholar of the Eleventh Century*, terj. D. Anshor (*Al-Biruni Pakar Astronomi dan Ilmuwan Muslim Abad ke-11*), (Jakarta: Muara, cet I, 2013 M), 105.

⁵ Mohaini Mohamed, *Great Muslim Mathematicians*, (Matematikawan Muslim Terkemuka), terj. Thamir Abdul Hafedh Al-Hamdany, (Jakarta: Salemba Teknika, cet. I, 2001 M), 70.

sebagai “*al-Ustadz fil Ulum*” ustad atau guru berbagai ilmu, karena kepakarannya dalam berbagai bidang ilmu. Tidak hanya ilmu falak atau astronomi saja, bahkan matematika, astrologi, geografi, fisika, filsafat, sastra, sejarah, farmasi, dan kedokteran.⁶

Al-Biruni merupakan ilmuwan muslim genius yang memiliki banyak karya berpengaruh pada zamannya dan hingga sekarang. Pemikiran al-Biruni dalam kajian ilmu falak atau astronomi memberikan subangsih keilmuan yang luar biasa.⁷ Salah satu kitab karya al-Biruni yang belum banyak dikaji ialah *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*, yang membahas tentang ukuran bola Bumi, metode untuk menentukan jarak antara dua kota, serta metode untuk menentukan arah kiblat dari suatu lokasi.⁸

Salah satu fokus kajian ilmu falak di dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* adalah terkait penentuan arah kiblat. Dalam sejarahnya, Al-Biruni merupakan orang yang pertama menghitung arah kiblat secara akurat dengan menggunakan metode segitiga bola (trigonometri). Penemuan ini yang menyebabkan Al-Biruni

⁶ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Astronom Muslim Sepanjang Sejarah Peradaban Islam*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2019), 294-295.

⁷ Abdul Kohar, “Pemikiran Hisab Rukyah Abu Raihan Al-Biruni”, *Al-Mizan: Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, Vol. 14, No. 1, 2018, 64.

⁸ Mada Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, (Bandung: Bolabot, 2019), 2.

disebut sebagai penemu trigonometri bola. Sehingga metode kontemporer yang kita gunakan saat ini, kebanyakan mengacu pada metode algoritma arah kiblat Al-Biruni. Di dalam kitab ini, Al-Biruni mempunyai ketentuan lain dalam menentukan arah kiblat dan hal ini belum dijumpai di kitab-kitab falak pada umumnya. Adapun syarat ketentuan dalam rumus arah kiblat adalah sebagai berikut:⁹ Apabila Lintang Lokasi < Lintang Makkah dan Bujur Lokasi > Bujur Makkah, maka kiblat terhadap Utara adalah $(360 - az)$ dan kiblat terhadap Selatan $(180 - az)$. Lintang Lokasi < Lintang Makkah dan Bujur Lokasi < Bujur Makkah, maka kiblat terhadap Utara adalah $(- az)$ dan kiblat terhadap Selatan $(180 - az)$. Kemudian apabila Lintang Lokasi > Lintang Makkah dan Bujur Lokasi < Bujur Makkah, maka kiblat terhadap Utara adalah $(180 + az)$ dan kiblat terhadap Selatan $(360 + az)$. Dan apabila Lintang Lokasi > Lintang Makkah dan Bujur Lokasi > Bujur Makkah, maka kiblat terhadap Utara adalah $(180 + az)$ dan kiblat terhadap Selatan (az) .

Dari ketentuan di atas dapat dilihat bahwa Al-Biruni mempunyai ketentuan lain dalam menentukan arah kiblat. Hal ini dapat dibuktikan dengan ketentuan kontemporer yang berlaku dan sering kita gunakan selama ini:

⁹ Sanjaya dkk., , 201.

1. Bujur Timur^x > Bujur Timur^k maka $C = \text{Bujur Timur}^x - \text{Bujur Timur}^k$
2. Bujur Timur^x < Bujur Timur^k maka $C = \text{Bujur Timur}^x - \text{Bujur Timur}^k$
3. Bujur Barat^x < Bujur Barat 140° 10' 20" maka $C = \text{Bujur Barat}^x + \text{Bujur Timur}^k$
4. Bujur Barat^x > Bujur Barat 140° 10' 20" maka $C = 360 - \text{Bujur Barat}^x - \text{Bujur Timur}^k$

Jika ketentuan yang dipakai untuk mencari nilai jarak bujur (C) adalah ketentuan 1 atau 2 atau 4 maka arah kiblat adalah arah barat, namun jika ketentuan di atas yang digunakan adalah ketentuan 3 maka arah kiblat adalah arah timur.¹⁰ Ketentuan kontemporer yang sering kita gunakan di atas hanya berlaku dalam mencari jarak bujur saja (C), sedangkan metode Al-Biruni di dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* tidak hanya bujur melainkan lintang juga menjadi ketentuan dalam menentukan arah kiblat.

Berbicara mengenai arah kiblat, Al-Biruni juga mempunyai rumus trigonometri bola yang berbeda. Dan algoritma arah kiblat Al-Biruni di dalam kitab tersebut berbeda dengan algoritma yang digunakan kitab-kitab falak pada umumnya. Hal tersebut bisa dilihat pada sayarat

¹⁰ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2017), 40.

ketentuan yang diberlakukan oleh Al-Biruni, yaitu terdapat ketentuan arah kiblat terhadap Utara dan Selatan. Hal ini juga menjadi keunikan tersendiri, dan berbeda dari algoritma atau perhitungan arah kiblat kontemporer atau metode yang sering kita gunakan dalam perhitungan arah kiblat. Oleh sebab itu, penulis ingin menganalisis dan menguji keakurasian terkait algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* dengan metode modern (kontemporer). Apakah metode Al-Biruni ini masih relevan digunakan pada saat sekarang ini ketika dibandingkan dengan metode modern dalam penentuan arah kiblat. Hal ini sesuai dengan judul dan latar belakang penulis, bahwa penelitian penulis merupakan perjumpaan antara kearifan masa lalu dan kemajuan teknologi masa kini khususnya dalam penentuan arah kiblat. Karena penulis merasa, bahwa masih banyak lagi pemikiran tokoh ternama abad pertengahan yang menjadi fokus kajian ilmu falak terkait dengan waktu ibadah yang perlu dikaji. Dan di Indonesia sendiri, sanad keilmuan abad pertengahan sudah hampir terputus masih sedikit orang yang mengkaji keilmuan abad pertengahan tentunya dalam penentuan arah kiblat.

Dari latar belakang di atas penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut dan mengangkat sebuah penelitian yang berjudul

**Uji Akurasi Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab
*Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin.***

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*?
2. Bagaimana tingkat akurasi algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui metode algoritma arah kiblat Al-Biruni berdasarkan kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin.*
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin.*

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan, hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan untuk memperkaya serta menambah khasanah ilmu falak khususnya dalam metode algoritma Al-Biruni tentang hisab arah kiblat.
2. Bagi pegiat ilmu falak, penelitian ini dapat memberikan kontribusi akademis dan menambah wawasan dalam

memahami metode perhitungan arah kiblat abad pertengahan. Dalam hal ini metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*.

D. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan langkah awal penulis untuk mengetahui dengan pasti apakah permasalahan yang dipilih untuk dipecahkan melalui penelitian memang betul-betul belum pernah dikaji dan diteliti oleh orang-orang terdahulu. Dan untuk mengetahui orisinalitas penelitian ini maka perlu adanya penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki fokus kajian yang sama agar dapat diketahui letak perbedaan penelitian penulis dengan penelitian sebelumnya. Adapun yang menjadi bahan telaah penelitian penulis disini adalah sebagai berikut:

Buku Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino, karyanya Mada Sanjaya.¹¹ Buku ini berisi tentang analisis karya Al-Biruni dan implementasi algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam pembuatan alat Q-BOT Versi. 3, yang merupakan instrumen digital dalam penentuan arah kiblat.

¹¹ Mada Sanjaya dkk., Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino, (Bandung: Bolabot, 2019).

Buku ini terdiri dari sembilan bab, mulai dari pendahuluan, analisis algoritma Al-Biruni, dan proses pembuatan instrumen digital Q-BOT Versi. 3 dengan menggunakan mikrokontroler berbasis *board* Arduino yang dilengkapi GPS serta kompas digital.

Buku *A Commentary Upon Biruni`s Kitab Tahdīd Al-Amākin*,¹² buku ini berisi tentang komentar E.S. Kennedy terhadap kitab *Tahdīd Al-Amākin* karya Al-Biruni. Buku ini ditulis dalam berbahasa Inggris yang terdiri dari 10 Bab, tujuan dibuatnya buku ini adalah supaya pembaca mudah memahami kitab *Tahdīd Al-Amākin* dalam versi bahasa Inggris. Selain itu, E.S. Kennedy mengasumsikan bahwa pembaca akan memiliki buku asli bahasa Arab dan terjemahannya bahasa Inggris. Pembahasan di dalam buku ini juga sama seperti di kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*, membahas tentang geografis kota dan penentuan arah kiblat metode Al-Biruni.

Pemikiran Hisab Rukyah Abu Raihan Al-Biruni, sebuah jurnal Pemikiran Hukum Islam karya Abdul Kohar.¹³ Jurnal ini berisi tentang pemikiran hisab rukyah Al-Biruni di dalam kitab *Al-Qānūn Al-Mas`udī*. Al-Biruni merupakan ilmuwan

¹² E.S. Kennedy, *A Commentary Upon Biruni`s Kitab Tahdid Al-Amakin*, (Beirut: American University of Beirut, 1973).

¹³ Abdul Kohar, "Pemikiran Hisab Rukyah Abu Raihan Al-Biruni", *Al-Mizan: Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, Vol. 14 No. 1, 2018.

abad pertengahan yang genius dan memiliki banyak karya, salah satu karyanya adalah kitab *Al-Qānūn Al-Mas`udī* yang berisi tentang teori-teori perbintangan. Salah satu fokus kajian di dalam kitab tersebut adalah penentuan arah kiblat, selain itu juga ada pembahasan tentang gerak tahunan bulan dan matahari, serta gerhana menurut pandangan Al-Biruni.

Penelitian Ahmad Rexy yang berjudul *Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat dalam Kitab Zij Al-Sultani*.¹⁴ Penelitian ini disusun dalam bentuk skripsi yang membahas tentang Algoritma hisab arah kiblat metode Ulugh Beg di dalam kitab *Zij Al-Sultani*. Di dalam penelitiannya, Ahmad Rexy menganalisis terkait metode trigonometri bola Ulugh Beg tentang hisab arah kiblat dalam kitab *Zij al-Sultani* dan penerapannya. Sebagaimana yang diketahui, bahwa Ulugh Beg mempunyai algoritma hisab arah kiblat yang berbeda dengan yang digunakan kitab-kitab falak pada umumnya. Ulugh Beg menulis algoritma di dalam kitab *Zij al-Sultani* tersebut tujuannya untuk memberikan solusi dan memecahkan masalah terhadap permasalahan hisab arah kiblat, yang apabila ketika diketahui $SBMD = 90^\circ$. Karena rumus di kitab falak pada umumnya terdapat \tan yang bilamana $\tan 90^\circ$ itu hasilnya tidak

¹⁴ Ahmad Rexy, “Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat dalam Kitab Zi Al-Sultani”, *Skripsi S1 Fakultas Syari`ah dan Hukum*, (Semarang: UIN Walisongo, 2019).

terhingga (\sim) apabila dihitung dengan kalkulator. Hal ini telah dipecahkan oleh Ulugh Beg dengan membuat rumus baru yang ketika diketahui SBMD nya 90° , dan hasilnya pun dapat diketahui dengan menggunakan kalkulator.

Skripsi Iwan Kuswidi dengan judul *Aplikasi Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat*.¹⁵ Penelitian yang berbentuk skripsi ini membahas mengenai perhitungan arah kiblat terkait ilmu ukur segitiga bola yang di implementasikan pada bumi yang menggunakan pendekatan bumi berbentuk seperti bola. Kemudian rumus-rumus trigonometri tersebut di aplikasikan dalam perhitungan penentuan arah kiblat.

Dari tinjauan pustaka tersebut, meskipun ada buku yang membahas tentang algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*, akan tetapi sejauh penelusuran penulis belum ada penelitian yang fokus terkait uji akurasi terhadap algoritma Al-Biruni dalam penentuan arah kiblat. Buku karya Mada Sanjaya ini mengintergrasikan algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin* dengan teknologi mikrokontroler arduino, dan disertai dengan penggunaan alat Q-BOT Versi 3 dalam penentuan arah kiblat. Sedangkan penelitian penulis ini fokus terhadap uji akurasi algoritma

¹⁵ Iwan Kuswidi, "Aplikasi Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat", *Skripsi S1 Fakultas Syari'ah*, (Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga, 2003).

arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*. Penulis menggunakan dua metode dalam menguji tingkat akurasi, metode Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* yang merupakan metode yang sebanding pada zamannya dan metode *Ephemeris* (kontemporer) yang banyak digunakan saat ini dalam penentuan arah kiblat. Maka dari itu penulis akan melakukan penelitian tentang uji akurasi metode algoritma Al-Biruni dalam penentuan arah kiblat dalam sebuah skripsi.

E. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *kualitatif*,¹⁶ dengan model penelitian deskriptif. Dengan kualitatif ini diharapkan dapat memudahkan penarikan kesimpulan dari berbagai generalisasi yang diperoleh dari data yang telah dikumpulkan sehingga menghasilkan suatu uraian yang mendalam tentang ucapan, tulisan dan

¹⁶ Penelitian kualitatif secara umum dapat digunakan untuk penelitian tentang kehidupan masyarakat, sejarah, tingkah laku, fungsionalisasi organisasi, aktivitas sosial, dan lain-lain. Salah satu alasan menggunakan pendekatan kualitatif adalah pengalaman para peneliti dimana metode ini dapat digunakan untuk menemukan dan memahami apa yang tersembunyi dibalik fenomena yang kadangkala merupakan sesuatu yang sulit untuk dipahami secara memuaskan. Lihat Nur Khoiri, *Metode Penelitian Pendidikan (Ragam, Model dan Pendekatan)*, Semarang: Southeast Asian Publishing, 2018, 144-145.

atau perilaku yang dapat diamati dari suatu individu, kelompok, masyarakat dan atau suatu organisasi tertentu dalam suatu *setting* konteks tertentu yang dikaji dari sudut pandang yang utuh, *komprehensif* dan holistik.¹⁷

Penelitian ini dilakukan dengan metode *library research* atau kepustakaan, yaitu penelitian yang dilakukan dengan menelaah bahan-bahan pustaka dengan fokus pada manuskrip kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* karyanya Abu Raihan Al-Biruni.

2. Sumber Data

Dalam penelitian ini menggunakan dua sumber data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer disebut juga sebagai data tangan pertama, ini merupakan data yang berasal langsung dari subyek penelitian.¹⁸ Dalam hal ini berupa dokumentasi yang penulis dapatkan dari algoritma arah kiblat Al-Biruni yang ditulis dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*. Sedangkan data sekunder yang disebut juga sebagai data tangan kedua atau data yang diperoleh secara

¹⁷ Basrowi dan Suwandi, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2008, 22-23.

¹⁸ Data primer yang dimaksud dapat diperoleh melalui beberapa prosedur dan teknik pengambilan data yang dapat berupa interview, observasi, maupun penggunaan instrumen pengukuran yang khusus dirancang sesuai dengan tujuannya. Lihat Syaifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. XII, 2011), 36.

tidak langsung oleh penulis dari subyek penelitiannya. Adapun data sekundernya penulis menggunakan data-data berupa dokumentasi, yaitu tulisan atau jurnal yang membahas tentang penentuan arah kiblat, tulisan-tulisan mengenai Al-Biruni, sumber dari arsip, ensiklopedi dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian penulis. Seperti jurnal dari Abdul Kohar: “Pemikiran Hisab Rukyat Abu Raihan Al-Biruni”, Rodhiyah Shahimi dan Roslan Umar: “Pendekatan Al-Biruni dalam Memahami Konsep Gerhana Menurut Kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī*”. Dan buku yang membahas tentang Al-Biruni atau algoritma arah kiblatnya seperti, buku Mada Sanjaya dkk. “Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino”, Kh. U Sadykov: “ Abu Raihan Al-Biruni dan Karyanya dalam Bidang Astronomi dan Geografi Matematika”, dan masih banyak lagi tulisan-tulisan yang berkaitan dengan penelitian penulis sebagai tambahan atau pelengkap referensi.

3. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode pengumpulan data berupa studi dokumen, yang

merupakan suatu teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen yang terpercaya sehingga membentuk kajian yang sistematis dan padu.¹⁹ Dokumen yang dalam hal ini diartikan sebagai catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen dapat berupa tulisan, gambar atau karya monumental.²⁰ Adapun sumber utama penulis berupa manuskrip kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* karya Al-Biruni sebagai data primer, disamping itu juga ada data sekunder yang diperoleh dari buku-buku atau dokumentasi yang berkaitan dengan penelitian penulis.

4. Metode Analisis Data

Teknik yang dipakai untuk menganalisis data pada penelitian ini adalah dengan teknik *deskriptif analitik*,²¹ atau analisis terhadap algoritma arah kiblat Abu Raihan Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*. Hal ini bermaksud untuk mempermudah penulis dalam menganalisis dan penarikan kesimpulan demi mengetahui

¹⁹ Imam Gunawan, *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktik*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2013), 176.

²⁰ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2009), 240.

²¹ Deskriptif analisis atau analisis deskriptif merupakan prosedur statistik untuk menguji generalisasi hasil penelitian yang didasarkan atas satu variabel. Lihat Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif*, 136.

metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penulisan penelitian ini disusun perbab dan terdiri dari lima bab. Dalam setiap bab, terdapat sub bahasan. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang latar belakang masalah penelitian ini dilakukan, permasalahan penelitian, tujuan dan manfaat penulisan penelitian, tinjauan pustaka terhadap penelitian-penelitian terdahulu, serta mengenai metode penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Umum Tentang Arah Kiblat

Disini penulis akan menguraikan konsep umum tentang arah kiblat yang mencakup: pengertian arah kiblat, landasan hukum arah kiblat, pendapat ulama mengenai arah kiblat, metode penentuan arah kiblat, trigonometri bola dalam penentuan arah kiblat.

Bab III : Al-Biruni dan Algoritma Arah Kiblat dalam Kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*

Bab ini memaparkan tentang biografi Al-Biruni, karya-karyanya, gambaran umum tentang kitab *Tahdūd Nihāyāt al-*

Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin, dan metode algoritma arah kiblat dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin*.

Bab IV : Analisis Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin*

Bab ini menjelaskan tentang analisis metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin* serta tingkat akurasi dalam penentuan arah kiblat.

Bab V : Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan penelitian penulis, saran-saran serta rekomendasi dan diakhiri dengan kata penutup

BAB II TINJAUAN UMUM TENTANG ARAH KIBLAT

A. Pengertian Arah Kiblat

Kata kiblat (قِبْلَة) dari segi bahasa Arab merupakan bentuk mashdar dari akar kata قَبَلَ- يَقْبَلُ- قَبْلَة yang berarti menghadap.¹ Memiliki asal kata مقبلة yang bersinonim وجهة dengan kata yang berasal dari kata مواجهة yang berarti keadaan arah yang dihadapi. Kemudian pengertiannya dikhususkan pada suatu arah, dimana semua orang yang mendirikan salat menghadap kepadanya.²

Kiblat juga diartikan sebagai arah, yakni arah Ka`bah. Ini merupakan pendapat dari Muhammad al-Katib al-Syarbini yang dikutip oleh Slamet Hambali dalam bukunya *Ilmu Falak I: Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*:³

الْقِبْلَةُ فِي اللَّعْنَةِ : الْجِهَةُ وَ الْمِرَادُ هُنَا الْكَعْبَةُ.

“Kiblat menurut bahasa berarti arah, dan yang dimaksud arah disini adalah Ka`bah”

¹ Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), 1087-1088.

² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2017), cet. 3, 18.

³ Slamet Hambali, *Ilmu Falak I: Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), 167

Di dalam buku yang sama Slamet Hambali juga mendefinisikan bahwa kiblat adalah arah menuju Ka`bah (*Baitullah*) melalui jalur paling terdekat, dan menjadi keharusan bagi setiap orang muslim untuk menghadap ke arah tersebut pada saat melaksanakan ibadah salat dimanapun berada di belahan dunia ini. Sedangkan dalam buku yang lain juga dijelaskan bahwa arah kiblat adalah arah terdekat menuju Ka`bah melalui lingkaran besar (*great circle*) bola bumi. Lingkaran bola bumi yang dilalui oleh arah kiblat dapat disebut lingkaran kiblat. Lingkaran kiblat dapat didefinisikan sebagai lingkaran bola bumi yang melalui sumbu atau poros kiblat.⁴

Muhyiddin Khazin juga berpendapat bahwa yang dimaksud dengan arah kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Makkah (Ka`bah) dengan kota yang bersangkutan.⁵ Sementara Susiknan Azhari mendefinisikan bahwa arah kiblat adalah arah yang ditunjukkan oleh lingkaran besar pada permukaan bumi yang menghubungkan titik tempat dilakukan salat dengan titik letak geografis Ka`bah.⁶ Kiblat pada dasarnya diambil dari bahasa Arab yang berarti suatu arah yang

⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap saat)*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2017), 14.

⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2011), 48.

⁶ Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), 33.

menunjukkan ke suatu tempat dimana Ka`bah berada di Masjidil Haram, Makkah, Arab Saudi. Kiblat adalah arah yang dihadap oleh umat Islam ketika melaksanakan ibadah salat.⁷

Dari beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa arah kiblat terdiri dari dua kata yaitu arah yang berarti jarak terdekat dan kiblat yang berarti Ka`bah yang berada di Makkah. Jadi, arah kiblat adalah arah terdekat dari posisi seseorang menuju Ka`bah ketika seseorang sedang melakukan salat.

B. Dasar Hukum Menghadap Kiblat

1. Dalil Al-Qur`an

a. QS. Al-Baqarah ayat 144:

قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ ۚ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا ۗ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ وَإِنَّ الَّذِينَ أُوتُوا الْكِتَابَ لَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ وَمَا اللَّهُ بِعَافٍ لِمَا يَعْمَلُونَ ۙ ١٤٤

“Kami terkadang melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja engkau berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan

⁷ Muhammad Hadi Bashori, *Pengantar Ilmu Falak*, (Jakarta: Pustaka Al-Kautsar, 2015), 103.

sesungguhnya orang-orang yang diberi Kitab (Taurat dan Injil) tahu, bahwa (pemindahan kiblat) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan.” (QS. Al-Baqarah: 144)⁸

Ayat ini menjelaskan bahwa Rasulullah SAW menengadah ke langit untuk menunjukkan keinginannya yang kuat agar Allah SWT memindahkan kiblatnya ke arah yang lain selain Baitul Maqdis. Hal ini disebabkan karena kaum Yahudi seringkali mencela dan mencaci kaum muslimin yang menghadap ke kiblat mereka. Rasulullah SAW berulang-ulang menengadah ke langit tanpa mengucapkan keinginan hati beliau, seolah-olah beliau telah merasa puas dengan menengadah saja, oleh karena adab kesopannya terhadap Allah SWT. Akhirnya didengarkanlah keinginan beliau oleh Allah dan dikabulkan. Maka ditentukan suatu kiblat yang beliau sukai yakni Ka'bah.⁹ Dalam tafsir Al-Maraghi disebutkan bahwa redaksi *wajh* dalam ayat ini maksudnya adalah seluruh badan. Sedangkan *syatra* bermakna *jihha* yang berarti arah.¹⁰

⁸ Kementerian Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, 2019.

⁹ Sayyid Quthb, *Tafsir Fii Dhilalil Qur'an*, Juz 1, (Jakarta: Gema Insani, 2000), 162.

¹⁰ Ahmad bin Mustafa Al-Maraghi, *Tafsir Al-Maraghi*, Jilid II, (Kairo: Maktabah Mustafa Al-Babi Al-Halabi, 1946), 9-11.

b. QS. Al-Baqarah ayat 149:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ
 وَإِنَّهُ لَلْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ ۗ وَمَا اللَّهُ بِغَافِلٍ عَمَّا تَعْمَلُونَ
 ١٤٩

“Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar, hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram, sesungguhnya itu benar-benar ketentuan dari Tuhanmu. Allah tidak lengah terhadap apa yang kamu kerjakan.” (QS. Al-Baqarah: 149)¹¹

Pengulangan perintah sebagaimana dalam ayat 144 di atas merupakan penguatan sekaligus menunjukkan bahwa perintah ini berlaku umum di mana saja dan kapan saja.¹² Perintah menghadap kiblat ini diulang-ulang sebagai penguat bahwa hal itu merupakan perkara yang hak. Selain itu, hal ihwal mengenai kiblat ini juga merupakan *nasakh* pertama dalam syariat Islam.¹³

c. QS. Al-Baqarah ayat 150:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۗ
 وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ لِئَلَّا يَكُونَ

¹¹ RI, *Al-Qur`an dan Terjemahannya*, 2019.

¹² Al-Maraghi, *Tafsir Al-Maraghi*, 16-17.

¹³ Isma`il Ibnu Katsir, *Tafsir Al-Qur`an Al-`Azim*, Jilid I, (Riyad: Dar Taibah, 1999), 458-461.

لِلنَّاسِ عَلَيْكُمْ حُجَّةٌ إِلَّا الَّذِينَ ظَلَمُوا مِنْهُمْ فَلَا تَخْشَوْهُمْ
وَاحْشَوْنِي وَلَا تَمَنَّوْا نِعْمَتِي عَلَيْكُمْ وَلَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ۝ ١٥٠

“Dan dari manapun engkau (Muhammad) keluar, maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja kamu (sekalian) berada, maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu, agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu), kecuali orang-orang yang zalim di antara mereka. Janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku, agar Aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu, dan agar kamu mendapat petunjuk.”
(QS. Al-Baqarah: 150)¹⁴

Ayat ini merupakan pengulangan ketiga tentang perintah menghadap kiblat ketika melaksanakan salat dan lebih memperkuat lagi terhadap keharusan menghadap kiblat. Dalam ayat ini dipaparkan ada 3 hikmah yang dapat diambil. *Pertama*, agar tidak ada alasan bagi ahli kitab untuk mengingkari dan mengolok-olok Nabi karena dalam kitab-kitab mereka sudah tertulis bahwa Nabi akhir zaman yang dating dari keturunan Nabi Ibrahim akan menghadap kiblat yang sama dengan Nabi Ibrahim, yakni Ka`bah. *Kedua*, agar umat menghadap kiblat yang pondasinya didirikan oleh leluhur mereka sendiri. *Ketiga*, agar orang mukmin

¹⁴ RI, *Al-Qur`an dan Terjemahannya*, 2019.

mendapatkan hidayah dan dijauhkan dari fitnah-fitnah orang kafir tentang kiblat.¹⁵

2. Dalil Hadis

a. Hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim:

حَدَّثَنَا أَبُو بَكْرِ بْنُ أَبِي شَيْبَةَ حَدَّثَنَا عَفَّانُ حَدَّثَنَا حَمَّادُ ابْنُ سَلَمَةَ عَنْ ثَابِتٍ عَنْ أَنَسٍ إِنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ يُصَلِّي نَحْوَ بَيْتِ الْمُقَدَّسِ فَنَزَلَتْ " قَدْ نَرَى تَقَلُّبَ وَجْهِكَ فِي السَّمَاءِ فَلَنُوَلِّيَنَّكَ قِبْلَةً تَرْضَاهَا فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ " فَمَرَّ رَجُلٌ مِنْ بَنِي سَلَمَةَ وَهُمْ رُكُوعٌ فِي صَلَاةِ الْفَجْرِ وَقَدْ صَلُّوا رُكْعَةً فَنَادَى أَلَا إِنَّ الْقِبْلَةَ قَدْ حَوَّلَتْ فَمَا لَوْ كَمَا هُمْ نَحْوَ الْقِبْلَةِ.

“Bercerita Abu Bakar bin Abi Saibah, bercerita `Affan, bercerita Hammad bin Salamah, dari Tsabit dari Anas: “Bahwa sesungguhnya Rasulullah SAW (pada suatu hari) sedang salat dengan menghadap Bait al-Maqdis, kemudian turunlah ayat; “Sesungguhnya Aku melihat mukamu sering menengadahkan ke Langit, maka sungguh Kami palingkan mukamu ke kiblat yang kamu kehendaki. Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram”. Kemudian ada seseorang dari Bani Salamah bepergian, menjumpai sekelompok sahabat sedang ruku` pada salat fajar. Lalu ia menyeru “Sesungguhnya kiblat telah berubah”. Lalu mereka

¹⁵ Al-Maraghi, *Tafsir Al-Maraghi*, 17-18.

berpaling seperti kelompok Nabi, yakni ke arah kiblat.” (HR. Muslim)¹⁶

- b. Hadis yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari:

حَدَّثَنَا مُسْلِمٌ بْنُ أَبِإِبْرَاهِيمَ قَالَ حَدَّثَنَا هِشَامُ بْنُ أَبِي عَبْدِ اللَّهِ
قَالَ حَدَّثَنَا يَحْيَى بْنُ أَبِي كَثِيرٍ عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَبْدِ الرَّحْمَنِ عَنْ
جَابِرِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ قَالَ كَانَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ
يُصَلِّي عَلَى رَاحِلَتِهِ حَيْثُ تَوَجَّهَتْ فَإِذَا أَرَادَ الْقَرِضَةَ نَزَلَ
فَاسْتَقْبَلَ الْقِبْلَةَ.

“Telah menceritakan kepada kami Muslim bin Ibrahim berkata, telah menceritakan kepada Hisyam bin Abu `Abdullah berkata, telah menceritakan kepada kami Yahya bin Abu Katsir dari Muhammad bin `Abdurrahman dari Jabir bin `Abdullah berkata, “Rasulullah SAW salat di atas tunggangannya menghadap ke mana arah tunggangannya menghadap. Jika beliau hendak melaksanakan salat yang fardhu, maka beliau turun lalu salat menghadap kiblat.” (HR. Bukhari)¹⁷

- c. Hadis yang diriwayatkan oleh Imam Tirmidzi:

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ أَبِي مَعْشَرٍ حَدَّثَنَا أَبِي عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ عَمْرٍو
عَنْ أَبِي سَلَمَةَ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ
عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ.

¹⁶ Imam Abi al-Husaini Muslim, *Shahih Muslim*, Juz II, (Beirut: Daarul Kutubil `Ilmiyyah, t.th.), 375

¹⁷ Zainuddin Ahmad, *Muhtashar Shahih Bukhari*, (Beirut: Daarul Kutubil `Ilmiyyah,t.t), 71.

“Bercerita Muhammad bin Abi Ma’syarin, Muhammad bin Umar, dari Abi Salamah, dari Abu Hurairah r.a. berkata: Rasulullah SAW bersabda: Antara Timur dan Barat terdapat kiblat.” (HR. Tirmidzi)¹⁸

Berdasarkan hadis di atas dapat disimpulkan bahwa menghadap arah kiblat itu merupakan suatu kewajiban yang telah ditetapkan dalam hukum atau syariat. Sehingga para ahli fiqh bersepakat mengatakan bahwa menghadap kiblat merupakan syarat sah salat. Maka tiadalah kiblat yang lain bagi umat Islam melainkan Ka`bah di Baitullah di Masjidil Haram.¹⁹

C. Sejarah Arah Kiblat

1. Sejarah Ka`bah

Ka`bah melekat sebagai nama bangunan suci yang dijadikan tempat ibadah yang pertama kali ada di muka Bumi. Ka`bah pertama kali didirikan oleh para malaikat 2000 tahun sebelum turunnya Nabi Adam a.s. ke Bumi. Pada masa Nabi Ibrahim a.s. dan putranya yakni Nabi Ismail a.s., lokasi tersebut digunakan untuk membangun rumah ibadah yaitu Ka`bah. Dalam pembangunannya, Nabi Ismail a.s. menerima *hajar*

¹⁸ Abi Isa Muhammad bin Isa bin Saurah al-Tirmidzi, *Jami`u al-Tirmidzi*, (Riyadh: Bait al-Afkar al-Dauliyah, t.th), 77.

¹⁹ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 24.

*aswad*²⁰ dari malaikat yang kemudian diletakkan di sudut tenggara bangunan Ka`bah.²¹ *Hajar aswad* ini disakralkan oleh umat Islam, ketika melakukan *thawaf* mereka menyentuh atau menciumnya. Setelah wafatnya Nabi Ismail a.s. pemeliharaan Ka`bah dipegang oleh keturunan beliau, lalu berlanjut pada Bani Jurhum, kemudian lanjut pada Bani Khuza`ah yang meupakan awal mula adanya penyembahan terhadap berhala. Selanjutnya, pemeliharaan Ka`bah dipegang oleh kabilah-kabilah Quraisy yang merupakan keturunan Nabi Ismail a.s.²²

Seperti halnya bangunan lainnya, Ka`bah semakin rapuh dimakan usia, banjir yang melanda Makkah pada saat itu juga berpengaruh pada kondisi dinding Ka`bah. Sehingga orang-orang Quraisy bersepakat untuk melakukan renovasi bangunan Ka`bah agar kedudukannya sebagai tempat suci terpelihara.²³

²⁰ *Hajar aswad* adalah batu lonjong yang tidak beraturan, berkilau, dan berwarna hitam kemerahan yang di atasnya ada goresan berwarna merah dan kuning. Lihat Ali Husni Al-Kharbuthli, *Sejarah Ka`bah*, (Jakarta: Turos Pustaka, 2015), 39.

²¹ Muh. Ma`rufin Sudiby, *Sang Nabi Pun Berputar*, (Solo: Tinta Medina, 2011), cet.I, 1-2.

²² Susiknan Azhari, *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2011), cet.3, 42.

²³ Azhari, *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*, 42.

Pada masa Nabi Muhammad SAW belum diangkat menjadi seorang Nabi, bangunan Ka`bah direnovasi akibat banjir bandang yang melanda Makkah dan meretakkan dinding Ka`bah yang sudah semakin rapuh. Menjelang diangkatnya menjadi Nabi dan hijrahnya ke Madinah, Ka`bah dikelilingi oleh ratusan berhala yang menjadi sesembahan bangsa Arab. Berhala tersebut kemudian dibersihkan oleh kaum muslimin setelah penaklukan kota Makkah (*fathu Makkah*).²⁴

Setelah peristiwa *fathu Makkah*, pemeliharaan Ka`bah dipegang oleh kaum muslimin. Berhala-berhala yang tersebar di bangunan Ka`bah dihancurkan. Kemudian Nabi Muhammad SAW memerintahkan sahabat Bilal untuk mengumandangkan adzan di atas Ka`bah untuk selanjutnya dilaksanakan salat berjama`ah bersama Rasulullah SAW sebagai imam.²⁵

2. Sejarah Perpindahan Kiblat Umat Islam

Dalam sejarah agama samawi, terdapat dua tempat suci yang pernah dijadikan sebagai kiblat dalam salat, yaitu *Baitul Maqdis* di Palestina dan *Baitullah* atau Ka`bah di *Masjidil Haram*, Makkah. Sampai sekarang, *Baitul Maqdis* masih menjadi kiblat bagi kaum Yahudi. *Baitul Maqdis* juga pernah menjadi kiblatnya umat Islam,

²⁴ Azhari, 43.

²⁵ Azhari,43

yakni pada saat Nabi Muhammad SAW masih berada di kota Makkah dan masih berlanjut hingga beliau hijrah ke Madinah.²⁶

Setelah hijrah ke Madinah kiblat hanya ditunjukkan dengan menghadap *Baitul Maqdis* di Palestina. Tujuannya adalah untuk menarik hati orang-orang Yahudi untuk ikut pada ajaran Nabi Muhammad SAW dengan kesamaan kiblatnya. Juga karena kesulitan yang dialami Nabi untuk menentukan arah yang tepat dan lurus dua kiblat tersebut.²⁷

Selama kurang lebih 16 bulan Rasulullah SAW berada di Madinah dengan tetap berkiblat pada Baitul Maqdis, beliau merasakan kerinduan untuk menghadap ke arah kiblat yang ada di Makkah, yaitu Ka'bah. Karenanya, beliau selalu berdo'a guna memohon petunjuk dari Allah SWT.²⁸

Petunjuk yang Rasulullah SAW nantikan akhirnya datang pada bulan Sya'ban 2 H, pada saat beliau sedang melaksanakan salat dzuhur berjamaah. Ketika salat jamaah sudah mencapai rakaat ke dua, Allah SWT

²⁶ Sayful Mujab, "Kiblat dalam Perspektif Madzhab-madzhab Fiqh", *Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam*, Vol. 5, no. 2, 2014, 318.

²⁷ Al-Kharbuthli, *Sejarah Ka'bah*, 268.

²⁸ Sudibyo, *Sang Nabi Pun Berputar*, 57.

menurunkan wahyu-Nya yakni surah Al-Baqarah ayat 144:²⁹

“Kami terkadang melihat wajahmu (Muhammad) sering menengadah ke langit, maka akan Kami palingkan engkau ke kiblat yang engkau senangi. Maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja engkau berada, hadapkanlah wajahmu ke arah itu. Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi Kitab (Taurat dan Injil) tahu, bahwa (pemindahan kiblat) itu adalah kebenaran dari Tuhan mereka. Dan Allah tidak lengah terhadap apa yang mereka kerjakan.” (QS. Al-Baqarah: 144)³⁰

Ayat di atas merupakan tentang perintah untuk merubah arah kiblat ke Masjidil Haram. Akibatnya, sisa dua rakaat berikutnya dilaksanakan dengan merubah arah, dari yang semula menghadap Baitul Maqdis menjadi menghadap ke Ka`bah.³¹

Hikmah atau tujuan dari adanya perubahan kiblat ini adalah untuk mengetahui siapa umat yang loyal mengikuti Nabi Muhammad SAW dan siapa yang tidak. Untuk membedakan mana yang fasiq dan mana yang tidak. Sekaligus menjadi ujian keimanan bagi umat Islam pada saat itu. Selain itu, juga untuk memperkuat mental

²⁹ Sudiby, 57.

³⁰ RI, *Al-Qur`an dan Terjemahannya*, 2019.

³¹ Sudiby, 68.

umat Islam yang pada saat itu mendapatkan cercaan orang-orang Yahudi.³²

D. Pendapat Ulama Tentang Arah Kiblat

Para ulama madzhab telah sepakat bahwa menghadap kiblat merupakan salah satu syarat sah ibadah salat. Hal ini mengecualikan salat apabila dilakukan dalam dua keadaan, yakni: *pertama*, ketika salat dilaksanakan dalam keadaan peperangan yang tengah berkecamuk (*syiddah al-khauf*). *Kedua*, salat sunnah saat dalam perjalanan (*safar*).³³

Disamping itu, para ulama juga bersepakat bahwa bagi orang yang dapat melihat bangunan Ka`bah secara langsung maka ia diwajibkan untuk menghadap ke bangunan fisik Ka`bah (*ain Ka`bah*) ketika melaksanakan salat.³⁴ Akan tetapi, ketika orang tersebut tidak dapat melihat bangunan Ka`bah secara langsung dalam artian posisinya jauh dari bangunan Ka`bah atau Makkah. Maka para ulama berbeda pendapat mengenai hal tersebut, berikut pendapat dari para ulama madzhab:

1. Ulama Syafi`iyah dan Hanabilah

Menurut pendapat ulama Syafi`iyah dan Hanabilah, yang wajib adalah menghadap ke *ain al-Ka`bah*. Maksudnya adalah bagi orang yang dapat

³² Mujab, "Kiblat dalam Perspektif Madzhab-madzhab Fiqh", 319.

³³ Mujab, 325.

³⁴ Mujab, 326.

melihat Ka`bah secara langsung maka baginya wajib menghadap Ka`bah tersebut. Jika tidak dapat melihat secara langsung, baik karena faktor jarak yang jauh atau faktor geografis yang menjadikannya tidak dapat melihat Ka`bah langsung, maka ia harus menyengaja menghadap ke arah dimana Ka`bah berada walaupun pada hakikatnya ia hanya menghadap *jihat-nya* saja. Sehingga yang menjadi kewajiban adalah menghadap ke arah Ka`bah persis dan tidak cukup menghadap ke arahnya saja.³⁵

Hal ini mengacu pada firman Allah SWT:

وَمِنْ حَيْثُ خَرَجْتَ فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ
... ۞

“Dan dari mana saja kamu keluar, maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram.”
(QS. Al-Baqarah: 149)³⁶

Selama masih ada kemampuan untuk menghadapkan wajah ke bangunan Ka`bah, ia diwajibkan melakukannya. Kemudian, jika seseorang tidak melihat bangunan Ka`bah, karena faktor jarak atau sebab yang lain, maka ia diwajibkan menghadapkan tubuhnya sesuai dengan arah Ka`bah (*jihat al-Ka`bah*), yakni ke dinding-dinding *mihrab* (tempat shalatnya) yang dibuat dengan

³⁵ Abdurrahman bin Muhammad Awwad Al-Jaziry, *Kitabul Fiqh `Ala Madzahibil Arba`ah*, (Beirut: Dar Ihya` At-Turats Al-`Araby, 1669), 177.

³⁶ RI, *Al-Qur`an dan Terjemahannya*, 2019.

tanda-tanda yang mengarah ke arah Ka`bah, bukan bangunan Ka`bah.³⁷

Sebagaimana dalam pandangan madzhab Syafi`i telah menambah dan menetapkan tiga kaidah yang bisa digunakan untuk memenuhi syarat menghadap kiblat yaitu:

- a) *`Ainul Ka`bah*, yaitu bagi seseorang yang langsung berada di dalam Masjidil Haram dan melihat langsung Ka`bah, maka ia harus wajib menghadapkan dirinya ke kiblat dengan penuh yakin.
- b) *Jihatul Ka`bah*, yaitu bagi seseorang yang berada di luar Masjidil Haram atau disekitar tanah suci Makkah sehingga tidak dapat melihat bangunan Ka`bah, maka mereka wajib menghadap ke arah Masjidil Haram sebagai maksud menghadap ke arah kiblat secara *dzan*.
- c) *Jihatul Kiblat*, yaitu bagi seseorang berada di luar tanah suci Makkah atau bahkan di luar negara Arab Saudi. Bagi yang tidak tahu arah dan ia tidak dapat mengira kiblat. *Dzannya* maka ia boleh menghadap kemanapun yang

³⁷ Mujab, "Kiblat dalam Perpektif Madzhab-madzhab Fiqh", 327.

ia yakini sebagai arah kiblat. Namun bagi yang dapat mengira maka ia wajib ijtihad terhadap arah kiblatnya. Ijtihad dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat dari suatu tempat yang terletak jauh dari Masjidil Haram. Diantaranya adalah ijtihad menggunakan posisi rasi bintang, bayangan matahari, arah matahari terbenam dan perhitungan segitiga bola maupun pengukuran menggunakan peralatan modern. Bagi lokasi atau tempat yang jauh seperti Indonesia, ijtihad arah kiblat dapat ditentukan melalui perhitungan falak atau astronomi serta dibantu pengukurannya menggunakan peralatan modern seperti kompas, GPS, *theodolite* dan sebagainya. Dengan bantuan alat dan keyakinan yang lebih tinggi maka hukum *kiblat dzan* akan semakin mendekati *kiblat yakin*. Bagi orang awam atau kalangan yang tidak tahu menggunakan kaidah tersebut, ia perlu taqlid atau percaya kepada orang yang berijtihad.³⁸

³⁸ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 24-25.

Sementara itu, Imam Ahmad menegaskan bahwa “antara timur dan barat adalah kiblat”. Sebagaimana hadis Abu Hurairah yang diriwayatkan oleh Imam al-Turmudzi dan lainnya.

...مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ...

“Arah antara timur dan barat adalah kiblat .”

Secara jelas, hadis ini menunjukkan bahwa semua arah antara timur dan barat adalah kiblat. Sebab seandainya kewajiban itu berupa menghadap ke bangunan Ka`bah secara tepat, tentu salat berjamaah dengan shaf yang panjang melewati garis lurus Ka`bah adalah tidak sah. Begitu pula dua orang yang berjauhan jaraknya, kemudian salat dengan menghadap pada kiblat yang sama, maka salatnya pun tidak sah, karena menghadap ke bangunan Ka`bah tidak dapat dilakukan oleh jamaah pada shaf yang panjang melebihi batas lebar bangunan Ka`bah.³⁹

2. Ulama Hanafiyah dan Malikiyah

Menurut pendapat ulama Hanafiyah dan Malikiyah, yang wajib adalah cukup *jihat al-Ka`bah*. Jadi bagi orang yang dapat menyaksikan Ka`bah secara langsung maka harus menghadap pada *ain al-Ka`bah*, jika ia berada jauh dari Makkah maka cukup dengan menghadap ke arahnya saja, jadi cukup menurut

³⁹ Mujab, “Kiblat dalam Perspektif Madzhab-madzhab Fiqh”, 336.

persangkaannya (*dzan*) bahwa disanalah kiblat, maka dia menghadap ke arah tersebut (tidak harus persis). Hal ini juga didasarkan pada nas al-Qur`an yang berbunyi:

... فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ ۖ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ ۗ ۝

“Maka palingkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja kalian berada, maka palingkanlah wajahmu ke arahnya.” (QS. Al-Baqarah: 150)⁴⁰

Alasan mereka dalam ayat tersebut tidak dijelaskan secara rinci apakah orang yang salat tersebut melihat Ka`bah atau tidak. Disamping alasan ini, bahwa menghadap bangunan Ka`bah menunjukkan akan kemuliaan bangunan itu. Dalam hal ini, hanya dapat diterapkan pada bangunan Ka`bah secara fisik, bukan pada letak arahnya. Sebab seandainya arah kiblat menjadi arah kiblatnya, tentunya ketika seorang ber ijtihad dalam menentukan arah Ka`bah kemudian ternyata keliru, maka ia harus mengulangi salatnya. Karena ia merasa yakin bahwa ia telah salat dalam ber ijtihad. Padahal menurut ulama madzhab Hanafi tidak ada perbedaan, dan ia tidak perlu mengulangi salatnya.⁴¹

⁴⁰ RI, *Al-Qur`an dan Terjemahannya*, 2019.

⁴¹ Mujab, 328.

Begitu juga dengan pendapat mayoritas ulama bermadzhab Maliki, bahwa orang yang tidak dapat melihat bangunan Ka`bah maka dalam shalatnya yang menjadi kiblat adalah arah Ka`bah bukan bangunanya. Hal ini dikuatkan berdasarkan pendapat Imam Ibnu Rusyd (w. 595 H) yang menyatakan bahwa seandainya menghadap ke bangunan Ka`bah adalah suatu kewajiban, maka tentu hal itu akan sangat menyulitkan.⁴² Padahal Allah SWT berfirman:

.. وَهُوَ اجْتَبَاكُمْ وَمَا جَعَلَ عَلَيْكُمْ فِي الدِّينِ مِنْ حَرَجٍ ۗ
 “dan Dia (Allah SWT) tidaklah menjadikan untuk kamu suatu kesempitan dalam agama ini.” (QS. Al-Hajj: 78)⁴³

Alasan Ibnu Rusyd adalah bahwa menghadap ke bangunan Ka`bah bagi daerah yang jauh dari Makkah merupakan hal yang memberatkan dan memerlukan ijtihad dan penelitian yang seksama. Bagaimana mungkin hal ini bisa dilakukan tanpa adanya sarana yang memadai, padahal kita tidak diperintahkan untuk ber ijtihad dalam masalah ini.⁴⁴

Ulama` bersepakat bahwa siapa pun yang berdo`a di sekitar Masjidil Haram dan melihat Ka`bah secara

⁴² Ibnu Rusyd, *Bidayah al-Mujtahid Wa Nihayah al-Muqtasid*, (Kairo: al-Syuruq al-Dauliah, 1993), 93.

⁴³ RI, *Al-Qur`an dan Terjemahannya*, 2019.

⁴⁴ Rusyd, *Bidayah al-Mujtahid*, 93.

langsung, wajib baginya untuk menghadap Ka`bah (*`ain al-Ka`bah*) secara langsung. Namun, jika orang tersebut jauh dari Masjidil Haram, para ulama` berbeda pendapat dalam hal ini. Menurut ulama` Syafi`I dan Hambali di atas, menghadap *`ain al-Ka`bah* itu wajib. Bagi orang yang tidak bisa melihat Ka`bah secara langsung, maka ia harus sengaja menghadap ke arah mana Ka`bah berada padahal pada intinya dia hanya menghadapi jihatnya. Sedangkan ulama` Hanafi dan Maliki yang wajib adalah jihat yang cukup, jadi bagi orang yang bisa melihatnya Ka`bah menghadap langsung ke *`ain al-Ka`bah*, jika jauh dari Makkah maka cukup menghadap dia (belum tentu persis), sehingga cukup dicurigai adanya kiblat.⁴⁵

E. Metode Penentuan Arah Kiblat

1. Azimuth Kiblat

Azimuth adalah busur pada lingkaran horizon diukur mulai dari titik Utara ke arah Timur. Kadang-kadang diukur dari titik Selatan ke arah Barat. Azimuth suatu benda langit didefinisikan sebagai jarak sudut pada lingkaran horizon diukur mulai dari titik Utara ke arah Timur atau serah jarum jam sampai ke perpotongan antara lingkaran horizon dengan lingkaran vertikal yang

⁴⁵ M. Ihtirozun Ni`am, Nizma Nur Rahmi, dan Fikri Burhanuddin, "Arah Kiblat dengan Konstelasi (Studi Penentuan Arah Kiblat dengan *Gubug Penceng*)", *Al-Hilal: Jurnal Astronomi Islam*, Vol. 2, No. 2, 2020, 170.

melalui benda langit. Nilai azimuth titik Timur adalah 90 derajat, titik Selatan 180 derajat, titik Barat 270 derajat dan titik Utara 0 derajat atau 360 derajat.⁴⁶ Sedangkan yang dimaksud dengan azimuth kiblat adalah arah atau garis yang menunjuk ke kiblat (Ka`bah).⁴⁷

Untuk menentukan azimuth kiblat, memerlukan beberapa data sebagai berikut:

- a. Lintang Tempat⁴⁸
- b. Bujur Tempat⁴⁹
- c. Lintang Makkah $21^{\circ} 25' 21,17''$ LU⁵⁰
- d. Bujur Makkah $39^{\circ} 49' 34,56''$ BT⁵¹
- e. Rumus praktis untuk menentukan arah kiblat di Indonesia:

$$\text{Cotan } Q = \text{Tan } LM \cdot \text{Cos } LT : \text{Sin } SBMD - \text{Sin } LT : \text{Tan } SBMD$$

⁴⁶ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 38.

⁴⁷ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 30.

⁴⁸ Lintang Tempat atau bisa juga disebut dengan *`Ardl al-Balad* adalah jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari khatulistiwa sampai suatu tempat dimaksud. Lintang tempat minimal 0° dan maksimal 90° . Dan bagi tempat-tempat di belahan Bumi Utara diberi tanda positif (+), sedangkan di belahan Bumi Selatan diberi tanda negatif (-). Lihat Azhari, 134.

⁴⁹ Bujur Tempat atau bisa juga disebut dengan *Thul al-Balad* adalah jarak yang diukur sepanjang busur ekuator dari bujur yang melalui kota Greenwich sampai bujur yang melalui tempat/negeri dimaksud. Lihat Azhari, 47.

⁵⁰ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 57

⁵¹ Izzuddin, 57

Keterangan:

- Q = Arah Kiblat
- LM = Lintang Makkah
- LT = Lintang Tempat
- SBMD = Selisih Bujur Tempat dan Bujur Makkah (BT-BM)

Data-data tersebut dapat diperoleh dengan melihat buku-buku yang memuat data astronomis, bisa juga dengan menggunakan peta, tongkat *istiwa*⁵², *theodolite*⁵³, ataupun GPS (Global Positioning System)⁵⁴.

Dan untuk menentukan azimuth kiblat, maka berlaku ketentuan sebagai berikut:⁵⁵

⁵² Tongkat *istiwa* merupakan tongkat biasa yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar di tempat terbuka yang terkena cahaya Matahari. Berfungsi sebagai alat bantu untuk menentukan arah Timur-Barat, waktu dzuhur, serta ketinggian Matahari. Dahulu dikenal dengan *gnomon*. Lihat Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 105.

⁵³ *Theodolite* merupakan alat yang digunakan untuk menentukan tinggi dan azimuth suatu benda langit. Alat ini mempunyai dua sumbu, yaitu sumbu vertikal berfungsi untuk melihat skala ketinggian benda langit, dan sumbu horizontal untuk melihat skala azimuthnya. Sehingga teropong yang digunakan untuk membidik benda langit dapat bergerak bebas ke segala arah. Lihat Azhari, 217.

⁵⁴ GPS (*Global Positioning System*) adalah alat ukur koordinat dengan menggunakan satelit yang dapat mengetahui posisi lintang, bujur, ketinggian tempat, jarak, dan lain-lain. Lihat Susiknan Azhari, 72.

⁵⁵ Hambali, *Ilmu Falak: Arah Kiblat Setiap Saat*, 18.

- a. Jika arah kiblat (B) = UT; maka azimuth kiblatnya adalah B.
- b. Jika arah kiblat (B) = ST; maka azimuth kiblatnya adalah $180^\circ + B$.
- c. Jika arah kiblat (B) = SB; maka azimuth kiblatnya adalah $180^\circ - B$.
- d. Jika arah kiblat (B) = UB; maka azimuth kiblatnya adalah $360^\circ - B$.

Ketika memfungsikan hasil perhitungan azimuth kiblat dalam penentuan arah kiblat, maka dapat dilakukan langkah sebagai berikut: *Pertama*, mencari arah Utara sebenarnya (True North). Dapat dicari dengan bantuan kompas⁵⁶, tongkat *istiwa`* dengan mengandalkan posisi Matahari. *Kedua*, setelah mendapatkan arah Utara-Selatan yang akurat, kita dapat menentukan arah kiblat dengan cara sederhana yaitu⁵⁷:

- a. Menggunakan busur derajat atau *rubu` mujayyab*, dengan mengambil posisi nilai arah kiblat yang telah diperoleh dari titik Utara ke Barat.

⁵⁶ Kompas adalah alat yang digunakan untuk mengetahui arah mata angin. Kompas juga merupakan salah satu alat penting dalam kegiatan hisab rukyat. Pada saat pengukuran arah kiblat dan rukyatul hilal alat ini membantu untuk menentukan *true north*. Lihat Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 126.

⁵⁷ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 44.

- b. Menggunakan garis segitiga siku. Adapun langkah-langkahnya adalah dengan membuat garis bantu dari titik Selatan ke Utara yang disimbolkan dengan huruf A (Selatan) dan B (Utara). Selanjutnya buat garis lurus ke arah Barat dari titik B yang kemudian disebut dengan titik C. Dengan menggunakan perhitungan geometris, yakni $\tan B = \frac{BC}{AB}$, maka akan diketahui panjang garis BC. Kemudian diperoleh arah kiblat dengan menghubungkan antara titik A dan C.

2. *Raṣḍul Qiblah*

Raṣḍul qiblah secara istilah merupakan ketentuan waktu dimana bayangan benda yang terkena sinar Matahari menunjukkan arah kiblat. Peristiwa *raṣḍul qiblah* dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *raṣḍul qiblah* global dan *raṣḍul qiblah* lokal.⁵⁸

a. *Raṣḍul qiblah* global

Sesuai dengan namanya, metode ini bisa diterapkan di tempat manapun asalkan pada saat itu sinar Matahari masih menerangi. Konsep teori dari *raṣḍul qiblah* global ini adalah bayangan petunjuk arah kiblat yang dihasilkan dari Matahari ketika berposisi tepat di atas Ka'bah. Kondisi ini terjadi

⁵⁸ Izzuddin, 45.

pada tanggal 27 Mei (untuk tahun basitah) atau 28 Mei (untuk tahun kabisat) masing-masing pada pukul 16.18 WIB dan 15 Juli (untuk tahun basitah) dan 16 Juli (pada tahun kabisat) pada pukul 16.27 WIB.⁵⁹

Raṣḍul qiblah global bisa terjadi ketika posisi Matahari tepat di atas Ka`bah, yakni ketika deklinasi Matahari sebesar lintang tempat Ka`bah ($21^{\circ} 25' 21,04''$ LU) serta ketika Matahari berada di titik kulminasi atas yang dilihat dari Ka`bah.⁶⁰ Sehingga bayangan yang dibentuk oleh Matahari di seluruh tempat yang masih terkena sinar Matahari pada saat itu seluruhnya menunjukkan arah kiblat yang benar, asalkan jam pengamatannya benar-benar sesuai dengan yang sudah ditentukan.⁶¹

Metode *raṣḍul qiblah* global ini hanya dapat dilakukan pada siang hari dan berlaku pada daerah yang waktu lokalnya berselisih maksimal 5 hingga 5,5 jam dari Ka`bah, baik sebelah Timur (daerah Asia) atau Barat Ka`bah (Afrika dan Eropa) kecuali daerah abnormal atau tempat yang interval siang dan malamnya tidak seimbang atau bahkan daerahnya

⁵⁹ Izzuddin, 45.

⁶⁰ Zainul Arifin, *Ilmu Falak*, (Yogyakarta: Lukita, 2012), 22.

⁶¹ Muhammad Akmal Habib, "Alternatif Rashdul Qiblah dalam Tabel Rashdul Qiblah Abadi", *Skripsi S.1 Fakultas Syari`ah dan Hukum*, (Semarang: UIN Walisongo, 2020), 39.

yang ekstrim seperti daerah dekat kutub Utara ketika Matahari selalu di atas ufuk.⁶²

b. *Raṣḍul qiblah* lokal

Raṣḍul qiblah lokal merupakan salah satu metode pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan arah bayangan dari sinar Matahari ketika menyentuh lingkaran kiblat suatu tempat, sehingga semua benda yang berdiri tegak lurus pada saat Matahari menyentuh lingkaran kiblat tersebut, maka bayangannya akan mengarah ke arah kiblat lokasi tersebut.⁶³

Metode *raṣḍul qiblah* ini dilakukan dengan memanfaatkan bayangan benda akibat cahaya Matahari. Metode ini dapat meminimalisir adanya kesalahan pada saat pengukuran arah kiblat, sebab metode ini tidak membutuhkan alat apapun dalam pengukuran melainkan hanya tongkat. Akan tetapi, jikalau terjadi *raṣḍul qiblah* pada saat tersebut cuaca mendung, maka metode ini tidak dapat diterapkan karena tidak ada cahaya Matahari yang menunjukkan arah kiblat tersebut berada.

⁶² Siti Tatmainul Qulub, “Analisis Metode *Raṣḍul Qiblah* dalam Teori Astronomi dan Geodesi”, *Tesis*: IAIN Walisongo Semarang, 2013, 30.

⁶³ Zainul Arifin, *Ilmu Falak*, 23.

3. Menggunakan *Theodolite*

Theodolite adalah alat yang digunakan untuk menentukan tinggi dan azimuth suatu benda langit. Alat ini mempunyai dua buah sumbu, yaitu sumbu “vertikal”: untuk melihat skala ketinggian benda langit, dan sumbu “horizontal”: untuk melihat skala azimuthnya, sehingga teropong yang digunakan untuk mengincar benda langit dapat bergerak ke semua arah.⁶⁴

Theodolite merupakan instrumen optik yang mempunyai fungsi altazimuth sehingga dapat digunakan untuk mengukur sudut dan arah (*horizontal angle* dan *vertical angle*). Sampai saat ini theodolit dianggap sebagai alat yang paling akurat diantara metode-metode yang sudah ada dalam penentuan arah kiblat. Dengan bantuan pergerakan benda-benda langit yaitu Matahari atau Bulan, theodolit dapat menunjukkan sudut hingga satuan detik busur.⁶⁵

Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan alat *theodolite*. Pertama, harus diketahui azimuth kiblat tempat yang akan diukur, kemudian bidik Matahari pada jam sesuai dengan yang sudah dipersiapkan dengan *theodolite*, setelah itu menghitung sudut waktu Matahari

⁶⁴ Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 24.

⁶⁵ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 55.

dengan rumus: $t_0 = (MP - W) \cdot 15$, kemudian menghitung arah Matahari dengan rumus: $\text{Cotan } A_0 = \frac{\text{Sin } \varphi^x}{\text{Tan } t_0} + \text{Cos } \varphi^x \cdot \text{Tan } \delta : \text{Sin } t_0$.

Dan untuk mengetahui arah kiblat dari posisi Matahari yang telah terbidik oleh *theodolite* dengan menggunakan 4 ketentuan adalah sebagai berikut:

- a. Jika Deklinasi Matahari positif dan pembedikan dilakukan sebelum Matahari berkulminasi maka Posisi Kiblat = $360 - \text{Arah Matahari} - \text{Arah Kiblat}$.
- b. Jika Deklinasi Matahari positif dan pembedikan dilakukan sesudah Matahari berkulminasi maka Posisi Kiblat = $\text{Arah Matahari} - \text{Arah Kiblat}$.
- c. Jika Deklinasi Matahari negatif dan pembedikan dilakukan sebelum Matahari berkulminasi maka Posisi Kiblat = $360 - (180 - \text{Arah Matahari}) - \text{Arah Kiblat}$.
- d. Jika Deklinasi Matahari negatif dan pembedikan dilakukan sesudah Matahari berkulminasi maka Posisi Kiblat = $180 - \text{Arah Matahari} - \text{Arah Kiblat}$.

Kemudian 0 kan terlebih dahulu *theodolite* nya, lalu putar *theodolite* sebesar nilai posisi kiblat yang sudah dihitung, maka itulah arah kiblatnya.⁶⁶

4. Menggunakan *Astrolabe* dan Rubu` Mujayyab

Rubu` Mujayyab adalah alat hitung yang digunakan untuk mencari data-data dalam menyelesaikan awal waktu salat dan arah kiblat, yang digunakan oleh ulama pada abad pertengahan. Alat ini digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam bidang *Spherical Astronomy*. Rubu` Mujayyab juga dapat digunakan sebagai alat pengamatan benda langit dengan lintang yang berbeda.⁶⁷ Adapun prosedur penggunaan Rubu` Mujayyab untuk mengukur arah kiblat adalah sebagai berikut:⁶⁸

- 1) Letakkan markaz rubu` pada titik perpotongan garis Utara-Selatan dan Barat-Timur, sittin berada di garis Utara-Selatan dan jaib tamam di garis Timur-Barat.
- 2) Lihat arah kiblat yang telah dihitung sebelumnya.

⁶⁶ Izzuddin, 60.

⁶⁷ David A. King, *Islamic Mathematical Astronomy*, (London: Variorum Reprints), Part III, 1986, 533.

⁶⁸ Barakatul Laili, "Analisa Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali", *Skripsi S.1 Fakultas Syari`ah*, (Semarang: IAIN Walisongo, 2013), 49-50.

- 3) Geser syakul ke derajat yang ditunjukkan oleh hasil perhitungan arah kiblat.
- 4) Tandai tempat tali syakul yang menunjukkan sudut arah kiblat tersebut.
- 5) Pindahkan rubu` kemudian tarik garis dari titik perpotongan garis Utara-Selatan dan Barat-Timur ke tempat yang telah ditandai sebelumnya. Maka ujung garis tersebutlah arah kiblatnya.

Begitu juga penggunaan *astrolabe* dalam menentukan arah kiblat, sama seperti penggunaan rubu` mujayyab dalam menentukan arah kiblat. Tepatkan garis Utara-Selatan pada garis vertikal dalam *astrolabe*, titik teratas *astrolabe* dianggap bernilai nol, kemudian buatlah garis sesuai derajat sudut kiblat tempat tersebut.

5. Menggunakan Istiwa`aini

Istiwa`aini adalah tatsniyyah dari kata istiwa`, yang berarti sebuah alat sederhana yang terdiri dari dua tongkat istiwa` dimana satu tongkat berada di titik pusat lingkaran dan satunya lagi berada di titik 0° lingkaran.⁶⁹ Pengukuran arah kiblat dengan menggunakan istiwa`aini mempunyai beberapa syarat yang harus dipenuhi.

⁶⁹ Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*, 35.

Adapun persyaratannya ialah sebagai berikut:⁷⁰

- 1) Tongkat istiwa` yang di titik pusat lingkaran harus benar-benar berada di titik pusat dalam posisi tegak lurus.
- 2) Lingkaran yang dijadikan landasan kedua tongkat istiwa`, harus benar-benar dalam posisi datar. tongkat istiwa` yang berada di titik 0° harus berada di titik 0° dalam posisi tegak lurus. Langkah-langkah penggunaan alat ini sangat mudah. Tepatkan bayangan gnomon yang berada di titik 0° berhimpit dengan garis 0° yang menuju ke gnomon pusat, bersamaan dengan itu catat waktunya. Hitunglah azimuth kiblat tempat tersebut, sudut waktu Matahari, azimuth Matahari dan beda azimuth antara kiblat Matahari. Setelah diketahui beda azimuthnya maka penentuan arah kiblat dapat dilakukan dengan cara menarik benang dari tongkat istiwa` di titik pusat sebesar beda azimuth. Arah benang dari tongkat istiwa` di titik pusat menunjukkan arah kiblat tempat tersebut.

⁷⁰ Hambali, 35.

6. Menggunakan Mizwala

Mizwala merupakan sebuah alat praktis karya Hendro Setyanto untuk menentukan arah kiblat secara praktis dengan menggunakan bantuan sinar Matahari. Metode ini memanfaatkan penggunaan Mizwah (back azimuth) sebagai patokan arah. Pengambilan bayangannya dapat dilakukan kapan pun pada waktu yang dikehendaki, asalkan masih ada cahaya Matahari. Penentuan arah kiblat dengan menggunakan Mizwala ini sangat mudah, yaitu dengan menggunakan sinar Matahari, mengambil bayangan pada waktu yang dikehendaki, kemudian bidang dial diputar sebesar sudut yang ada pada program (sudut mizwah), setelah itu bidang dial dipatenkan, maksudnya bidang dial tidak boleh diputar atau digerakkan lagi. Selanjutnya tarik benang sebesar azimuth kiblat tempat tersebut, maka garis benang tersebut adalah arah kiblatnya.⁷¹

7. Menggunakan Tongkat Istiwa`

Metode pengukuran arah kiblat menggunakan tongkat istiwa` adalah metode pengukuran yang dibantu dengan sebuah tongkat yang tegak lurus, dikelilingi lingkaran dan benda yang berdiri tegak lurus (gnomon) sebagai titik pusatnya. Prinsip dari metode ini adalah

⁷¹ Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, 72.

pengamat memperhatikan gerak bayangan sejak sebelum zawal dan sesudah zawal yang sebelumnya tongkat istiwah sudah dikelilingi dengan lingkaran. Kemudian memberi sebuah tanda berupa titik ketika bayangan jatuh di garis lingkaran sebelum dan sesudah zawal. Setelah memberi tanda berupa titik, pertemuan kedua titik tersebut (titik sebelum dan sesudah zawal) dan garis tersebut adalah garis yang menghubungkan timur dan barat, bayangan sebelum zawal adalah menunjukkan barat dan setelah zawal adalah titik timur. Setelah mendapatkan arah timur dan barat, maka arah utara dan selatan tentu sudut 90° dari arah barat untuk utara dan 90° dari arah timur untuk selatan.⁷²

8. Menggunakan Kompas

Kompas merupakan alat navigasi berupa panah penunjuk magnetis yang menyesuaikan dirinya dengan medan magnet bumi untuk menunjukkan arah mata angin. Pada prinsipnya, kompas bekerja berdasarkan medan magnet. Kompas dapat menunjukkan kedudukan kutub-kutub magnet bumi. Karena sifat magnetnya, maka jarumnya akan selalu menunjuk arah Utara-Selatan magnetis. Model kompas kiblat yang beredar di masyarakat, seperti kompas yang terdapat dalam sajadah,

⁷² Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*, 29-30.

gantungan kunci, atau dalam bentuk yang lainnya. Kompas ini merupakan modifikasi alat untuk memperkirakan arah. Akan tetapi jenis kompas seperti ini diragukan dan sangat riskan karena jarum magnetisnya bergerak dalam waktu yang cukup lama yang menandakan kurang akurat. Adanya perkembangan dalam bidang teknologi memungkinkan kompas tidak lagi menggunakan sistem magnetic yang ternyata memiliki banyak kelemahan dan kekurangan dalam arah kiblat. Kini telah banyak dibuat model kompas dengan menggunakan sistem digital dan dipandu langsung oleh keberadaan satelit yang banyak bertebaran di atas langit. Sistem pemandu ini dinamakan *Global Positioning Sistem (GPS)*.⁷³

F. Trigonometri Bola dalam Penentuan Arah Kiblat

Trigonometri berasal dari bahasa Yunani yaitu *trigonon* yang artinya tiga sudut dan *metro* artinya mengukur. Oleh karena itu trigonometri adalah sebuah cabang dari ilmu matematika yang berhadapan dengan sudut segi tiga dan fungsi trigonometrik seperti sinus, cosinus, dan tangen.⁷⁴

⁷³ Izzuddin, 65-69.

⁷⁴ Mohd. Kalam Daud dan Muhammad Kamalussafir, "Akurasi Arah Kiblat Komplek Pemakaman Ditinjau Menurut Kaidah Trigonometri (Studi Kasus di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh)", Samarah: *Jurnal Hukum Keluarga dan Hukum Islam Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Ar-Raniry Banda Aceh*, Vol. 2 No. 2 Juli-Desember 2018, 513.

Sedangkan definisi trigonometri menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah ilmu ukur mengenai sudut dan sisi pada segitiga (digunakan dalam astronomi).⁷⁵

Istilah trigonometri juga sering kali diartikan sebagai ilmu ukur yang berhubungan dengan segitiga. Tetapi masih belum jelas yang dimaksud, apakah itu segitiga sama kaki (siku-siku), segitiga sama sisi, atau segitiga sembarang. Namun, biasanya yang dipakai dalam perbandingan trigonometri adalah menggunakan segitiga sama kaki atau siku-siku yang dalam pembahasan ini kemudian diproyeksikan ke dalam bola sehingga disebut dengan segitiga bola.⁷⁶

Secara umum, segitiga bola didefinisikan sebagai daerah segitiga yang sisi-sisinya merupakan busur-busur lingkaran besar. Maka apabila salah satu sisinya merupakan lingkaran kecil, tidak bisa dinyatakan sebagai segitiga bola. Dalam ilmu ukur segitiga bola (trigonometri), dapat dirumuskan sebagai berikut:

a. Rumus Sinus:

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

⁷⁵ <https://kbbi.web.id>trigonometri> diakses pada Kamis, 20 Januari 2022/17 Jumadil Tsani 1443 H Pukul 21.08 WIB.

⁷⁶ Kamalussafir, *Akurasi Arah Kiblat*, 513-514.

b. Rumus Cosinus:

1. Hubungan satu sisi dengan satu sudut:

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$$

$$\cos b = \cos c \cdot \cos a + \sin c \cdot \sin a \cdot \cos B$$

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C$$

2. Hubungan satu sisi dengan satu sudut:

$$\cos A = -\cos B \cdot \cos C + \sin B \cdot \sin C \cdot \cos a$$

$$\cos B = -\cos C \cdot \cos A + \sin C \cdot \sin A \cdot \cos b$$

$$\cos C = -\cos A \cdot \cos B + \sin A \cdot \sin B \cdot \cos c$$

3. Hubungan satu sisi dengan satu sudut:

$$\sin a \cdot \cos B = \cos b \cdot \sin c - \sin b \cdot \cos c \cdot \cos A$$

$$\sin a \cdot \cos C = \cos c \cdot \sin b - \sin c \cdot \cos b \cdot \cos A$$

$$\sin b \cdot \cos A = \cos a \cdot \sin c - \sin a \cdot \cos c \cdot \cos B$$

$$\sin b \cdot \cos C = \cos c \cdot \sin a - \sin c \cdot \cos a \cdot \cos B$$

$$\sin b \cdot \cos A = \cos a \cdot \sin b - \sin a \cdot \cos b \cdot \cos C$$

$$\sin b \cdot \cos B = \cos b \cdot \sin a - \sin b \cdot \cos a \cdot \cos C$$

c. Rumus Cotangen:

$$\cos A = \sin c \cdot \cos a \cdot \operatorname{cosec} B - \cos c \cdot \cos B$$

$$\cos A = \sin c \cdot \cos b \cdot \operatorname{cosec} C - \cos c \cdot \cos C$$

$$\cos B = \sin c \cdot \cos a \cdot \operatorname{cosec} C - \cos a \cdot \cos C$$

$$\cos B = \sin c \cdot \cos c \cdot \operatorname{cosec} A - \cos c \cdot \cos A$$

$$\cos C = \sin c \cdot \cos a \cdot \operatorname{cosec} B - \cos a \cdot \cos B$$

$$\cos C = \sin c \cdot \cos b \cdot \operatorname{cosec} A - \cos b \cdot \cos A$$

Dari rumus dasar tersebut dapat dikembangkan lagi menjadi beberapa rumus di dalam segitiga bola, termasuk di dalamnya rumus menghitung arah kiblat, tinggi hilal, waktu salat dan lainnya.⁷⁷

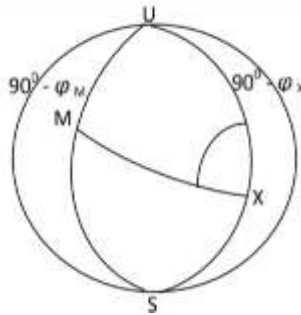
Penentuan arah kiblat pada dasarnya adalah menghitung sudut yang dibentuk dari titik daerah yang diukur arah kiblatnya dari titik Ka`bah. Sehingga dalam penentuan arah kiblat ini ada beberapa titik yang digunakan yaitu titik utara sejati, titik koordinat Ka`bah ($21^{\circ} 25' 21,17''$ LU dan $39^{\circ} 49' 34,56''$ BT), dan titik koordinat tempat yang akan diukur. Setiap tempat mempunyai arah kiblat yang berbeda tergantung pada posisinya.⁷⁸

Gambar berikut mengilustrasikan sudut kiblat suatu tempat atau daerah tertentu terhadap titik Ka`bah yang berada di kota Makkah:⁷⁹

⁷⁷ Hambali, *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*, 32-34.

⁷⁸ Ahmad Izzuddin, *Abu Raihan Al-Biruni dan Teori Penentuan Arah Kiblat (Studi Penelusuran Asal Teori Penentuan Arah Kiblat)*, "Laporan Penelitian Individual", (Semarang: Fakultas Syari`ah IAIN Walisongo, 2011), 42.

⁷⁹ Izzuddin, *Abu Raihan Al-Biruni*, 42.



Gambar 2. 1 Sudut Kiblat Suatu Tempat⁸⁰

Gambar di atas menunjukkan arah kiblat kota X, dimana X adalah kota yang diukur arah kiblatnya. Sedangkan M adalah kota Makkah (posisi Ka`bah berada). Arah kiblat kota X ditunjukkan oleh garis XM. Garis itu merupakan busur lingkaran besar yang melalui kedua tempat tersebut. Dari situ juga dapat diketahui sebuah segitiga bola XMU. Jika posisi kota X dinyatakan dengan (φ^x, λ^x) , dan untuk kota Makkah dinyatakan dengan (φ^m, λ^m) , maka sisi MU = $90^\circ - \varphi^m$ dan sisi XU = $90^\circ - \varphi^x$. Selain itu juga sudut U juga dapat diketahui yaitu $(\lambda^x - \lambda^m)$, dalam hal ini sudut U biasa juga disebut dengan sudut C. Rumus penentuan arah kiblat dengan trigonometri bola tersebut adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{Cot X = Tan \varphi^m \cdot Cos \varphi^x : Sin C - Sin \varphi^x : Tan C}^{81}$$

⁸⁰ Izzuddin, 42.

⁸¹ Izzuddin, 42.

Selain rumus trigonometri di atas, masih ada rumus lain yang digunakan dalam perhitungan (hisab) arah kiblat yaitu:

$$\text{Cotan } B = \text{Cotan } b \cdot \text{Sin } a : \text{Sin } C - \text{Cos } a \cdot \text{Cotan } C$$

B = arah kiblat suatu tempat

a = sisi a pada segitiga bola yang merupakan pengurangan 90° - Lintang Tempat

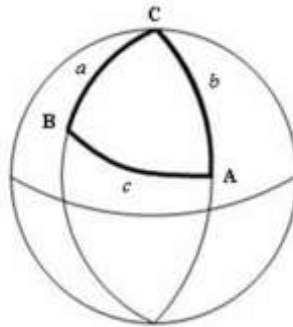
b = sisi b, pada segitiga bola yang merupakan pengurangan 90° - Lintang Ka`bah

C = sudut C, pada segitiga bola yang merupakan Bujur Tempat – Bujur Ka`bah.⁸²

Adapun konsep dasar ilmu ukur segitiga bola yang menyatakan: jika tiga buah lingkaran besar pada permukaan sebuah bola saling berpotongan, terjadilah sebuah segitiga bola. Ketiga titik potong yang berbentuk merupakan titik sudut A, B, dan C. Sisi-sisinya dinamakan berturut-turut a, b, dan c yaitu yang berhadapan dengan sudut A, B, dan C.⁸³

⁸² Kamalussafir, *Akurasi Arah Kiblat*, 518.

⁸³ Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA UGM, 2012), 34-35.



Gambar 2. 2 Segitiga Bola⁸⁴

Segitiga bola A, B, dan C menghubungkan antara tiga titik A (lokasi tempat yang akan diukur arah kiblatnya), B (Ka`bah), dan titik C (Kutub Utara). Titik A (lokasi) memiliki koordinat bujur Ba dan lintang La . Titik B memiliki koordinat bujur Bb dan lintang Lb . Titik C memiliki lintang 90 derajat. Busur a adalah panjang busur yang menghubungkan titik B dan C. Busur b adalah panjang busur yang menghubungkan titik A dan C. Busur c adalah panjang busur yang menghubungkan titik A dan B. Sudut C tidak lain adalah selisih antara bujur Ba dan bujur Bb . Jadi sudut $C = Ba - Bb$. Sementara sudut A adalah arah menuju titik B

⁸⁴ <http://rumpunilmu25blogspot.com/2016/06/segitiga-pada-ilmu-falak.html>, diakses pada Ahad, 16 Januari 2022/13 Jumadil Tsani 1443 H Pukul 14.21 WIB.

(Ka`bah). Jadi arah kiblat dari titik A dapat diketahui dengan menentukan besar sudut A.⁸⁵

Dua titik diantara ketiganya adalah titik yang tetap (tidak berubah-ubah) yaitu titik B dan C. Sedangkan titik A senantiasa berubah, tergantung tempat yang akan ditentukan kiblatnya, baik di Utara ekuator atau di sebelah Selatan.⁸⁶

⁸⁵ Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, 34-35.

⁸⁶ Ahmad Raxy, "Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat dalam Kitab Zij Al-Sultani", *Skripsi S.1 Fakultas Syariah dan Hukum*, Semarang: UIN Walisongo, 2019, 42.

BAB III
AL-BIRUNI DAN ALGORITMA ARAH KIBLAT
DALAM KITAB *TAHDĪD NIHĀYĀT AL-AMĀKIN*
LITAṢHĪH MASĀFĀT AL-MASĀKIN

A. Biografi Intelektual Al-Biruni

Abu Rayhan Muhammad Ibn Ahmad Al-Biruni atau yang biasa dikenal dengan sebutan Al-Biruni, merupakan seorang tokoh cendekiawan Muslim abad pertengahan yang sudah diakui kepakarannya diberbagai bidang ilmu pengetahuan seperti filsafat, matematika, geografi, astronomi, fisika, dan sejarah. Seorang intelektual terbesar dari abad pertengahan, keahlian dan kontribusinya yang besar terhadap disiplin ilmu pengetahuan sehingga Al-Biruni diberi gelar sebagai mahaguru. Al-Biruni berasal dari keluarga berbangsa Iran, terlahir pada tanggal 4 Oktober 973 M/362 H di kota Khawarazm (sekarang kota Khiva). Kota ini merupakan kota termaju dan terkaya di Asia Tengah, dimana dari tempat ini banyak terlahir sarjana dan ilmuwan Muslim termasuk Al-Biruni.¹

Al-Biruni dibesarkan dalam lingkungan keluarga yang taat beragama dan mencintai ilmu. Dengan demikian tidak heran sejak usia muda dia sudah memiliki kemampuan luar

¹ Nugroho Eko Atmanto, “Relevansi Konsep Fajar dan Senja dalam Kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* Bagi Penetapan Waktu Salat Isya` san Shubuh”, *Analisa: Jurnal Sosial dan Agama*, Vol. 19 No. 01, 2012, 97.

biasa. Beberapa sumber menyebutkan Al-Biruni sempat belajar kepada beberapa orang guru seperti Syaikh `Abd ash-Shamad (dalam bidang kedokteran), Abu al-Wafa` al-Buzjany, Mansur bin Ali bin Iraq (dalam bidang matematika dan astronomi), dan tokoh-tokoh lainnya. Selain bahasa Arab, Al-Biruni juga menguasai sejumlah bahasa diantaranya bahasa Persia, Suriah (*Suryany*), Sansekerta, Yunani, dan `Ibry (Yahudi).²

Al-Biruni lahir dan tumbuh di wilayah selatan dari laut Aral, yang dikenal pada masa kuno dan abad pertengahan sebagai Khawarazm.³ Pemikiran ilmiah dan budaya Khawarazm yang tinggi semasa itu membina perkembangan Al-Biruni.⁴ Kota Kyat (Khawarazm), tempat kelahiran Al-Biruni waktu itu memang cukup populer. Dalam sejarahnya kota ini pernah didatangi seorang astronom yang bernama Ibn Iraq (w. 425 H/1034 M), dan Al-Biruni juga belajar kepadanya. Ibn Iraq tercatat pernah memimpin sejumlah

² Nugroho Eko Atmanto, "Relevansi Konsep Fajar dan Senja dalam Kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* Bagi Penetapan Waktu Salat Isya` san Shubuh", 98.

³ Mada Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni dalam Kitab Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, (Bandung: Bolabot, 2019), 5.

⁴ Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan Al-Biruni dan Karyanya dalam Astronomi dan Geografi Matematika*, (Jakarta: Suara Bebas, 2007), 12.

penelitian dan observasi, dimana waktu itu Al-Biruni masih berusia 17 tahun (persisnya pada 379 H/989 M).⁵

Diawal Al-Biruni memulai studi ilmiah dan belajar dari astronom dan matematikawan Khawarazm terkemuka yaitu Abu Nasr Mansur. Pada usia 17 tahun, Al-Biruni menggunakan sebuah cincin (piringan berbentuk lingkaran) yang dibagi dalam tiap setengah derajat dengan tanda tertentu untuk mengamati ketinggian Matahari di Kyat, sehingga dapat menyimpulkan garis lintang (latitude).⁶ Abu Nasr Mansur adalah guru pertama Al-Biruni dalam bidang astronomi. Dialah yang memperkenalkan kepada muridnya yang masih dalam usia muda itu unsur-unsur geometri, Euclides, dan astronomi Ptolemeus. Tentang gurunya ini, Al-Biruni menulis dengan kehangatan dan penghargaan dalam *Kronologi Bangsa Purba*.⁷ Ia memberi penilaian tinggi pada

⁵ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Astronom Astronom Muslim Sepanjang Sejarah Peradaban Islam*, (Yogyakarta: Penerbit Suara Muhammadiyah, 2019), 268.

⁶ Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, 6.

⁷ Buku ini karya Al-Biruni merupakan buku terbesar pertamanya, dalam bahasa Arab *Al-Atsar al-Baqiyah* diterbitkan dalam bahasa Arab oleh E. Zakhau di London pada tahun 1878. Terjemahan ke dalam bahasa Inggris dengan judul *The Chronology of Ancient Nations*, diterbitkan di London tahun 1879. Naskah dalam bahasa Persia *Kronologi* diterbitkan di Teheran tahun 1943. Buku ini memberikan gambaran penuh mengenai seluruh era dan hari raya orang-orang Yunani, Persia, Sardina, Khawarazm, Yahudi serta lainnya. Selain itu Al-Biruni di buku ini secara cermat merangkum data astronomi dari angkatan sebelumnya dan menyambungunya dengan pengamatannya sendiri, serta memberi

metode perhitungan garis bujur apogea Matahari dan karya lainnya dalam bidang astronomi.⁸

Setelah mendapat pendidikan yang luas, mempelajari matematika, filsafat, geografi, ia sangat tertarik untuk mulai bekerja dalam bidang astronomi. Menjelang masa itu, astronomi Timur abad pertengahan telah menghimpun bahan eksperimen dan teori yang dikenali. Hampir disemua pemerintahan Timur telah tumbuh minat pada ilmu astronomi. Di Kyat, Urgench, Samarkand, Bukhara dan kota lainnya di Asia Tengah banyak didirikan sekolah bagi para astronom dan dibangun observatorium.⁹

Astronom yang terpandang di Khawarazm pada tahun-tahun pendidikan Al-Biruni adalah Kharadzi dan Hamdaki, yang menyiapkan reformasi kalender bagi Shah Khawarazm. Al-Biruni dalam mempelajari ilmu astronomi menggunakan semua bahan yang tersedia pada saat itu. Astronom yang paling disukainya adalah Muhammed Ibnu-Musa yang telah terkenal di Khawarazm. Maka terdapat cukup alasan untuk mengira bahwa motivasi tinggi Al-Biruni terhadap astronomi itu justru diperoleh dari pengaruh para ilmuwan Khawarazm sendiri.¹⁰

ulasan secara kritis. Lihat Sadykov, *Abu Raihan Al-Biruni dan Karyanya dalam Astronomi dan Geografi Matematika*, 16.

⁸ Sadykov, 12.

⁹ Sadykov, 12.

¹⁰ Sadykov, 13

Namun perlu dikemukakan bahwa Al-Biruni dengan pengetahuannya yang mendalam masih merasa harus melakukan kerja keras, ia memiliki kesabaran, ingatan tajam dan pengamatan cermat. Dan dengan cermat juga Al-Biruni mempelajari sejarah, geografi, mineralogi dan ilmu-ilmu lain dengan tujuan dapat berkontribusi ke dalamnya, akan tetapi astronomi merupakan subjek dasar yang paling disukainya. Masih pada usia mudanya, ia sudah merancang instrumen astronomi, termasuk kuadrant dinding yang terkenal itu, serta melakukan pekerjaan besar untuk melakukan penentuan koordinat berbagai tempat di wilayah Khawarazm. Sehingga pada usia 22 tahun Al-Biruni telah menjadi astronom. Dalam buku awalnya *Kronologi Bangsa Purba*, ia mencatat kejadian sewaktu masih muda.¹¹

Beberapa tahun kemudian, penguasa Gurgan ini pernah diusir dari tanahnya, dan di Bukhara Ziyarid Kabus mencari dukungan untuk kembali berkuasa. Dan dia berhasil membangun kembali kekuasaannya di Gurgan dan Al-Biruni menemaninya atau mengikutinya segera setelah itu. Karena sekitar 1000 M, Al-Biruni banyak menelaah astronomi dan matematika dan dalam pengabdianya itu Al-Biruni mendedikasikan sebuah karya untuk Kabus, yaitu buku *Kronologi Bangsa Purba*. Di dalam literatur lain disebutkan

¹¹ Sadykov, 13-14.

bahwa buku Kronologi Bangsa Purba ini bukanlah buku Al-Biruni yang pertama. Karena di dalamnya Al-Biruni merujuk secara kebetulan pada tujuh kitab karyanya lain yang telah disusun terlebih dahulu, namun sebagian referensi tersebut sudah tidak ada lagi. Satu referensi pertama adalah menyusun komputasi berbasis desimal, satu referensi untuk menyusun *astrolabe*,¹² satu referensi tentang pengamatan astronomi, tiga referensi tentang bidang astrologi,¹³ dan dua referensi tentang sejarah.¹⁴

Selain itu, Al-Biruni merupakan tokoh yang dikenal kerap melakukan pertualangan (rihlah) ilmiah ke berbagai wilayah dan negeri. Tercatat beberapa wilayah yang pernah dia kunjungi adalah: India, Rayy (Iran), Bukhara, Gurgan (*al-Jurjan*), dan Khawarazm (Uzbekistan).

¹² Kata *astrolabe* berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata *astro* dan *labio*. *Astro* berarti bintang dan *labio* berarti pengukur jarak. Dalam istilah ilmu falak *astrolabe* adalah perkakas kuno yang biasa digunakan untuk mengukur kedudukan benda langit pada bola langit. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), 36.

¹³ Astrologi merupakan suatu praktik kepercayaan berasal dari Babilonia kuno berdasarkan horoskop yang digunakan untuk menentukan nasib/untung seseorang menurut kedudukan dan gerak benda langit. Walaupun astrologi memegang peranan penting pada awal pengembangan astronomi, namun kini astrologi tidak berkaitan dengan astronomi. Lihat Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, 36.

¹⁴ Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, 11-12.

a. India

Di India, konon Al-Biruni tinggal dalam waktu yang cukup lama yaitu sekitar 40 tahun. Di India Al-Biruni mendatangi berbagai wilayah sembari melakukan penelitian ilmiah. Penelitian-penelitiannya ini pada akhirnya memiliki pengaruh besar bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Salah satu sumbangan Al-Biruni di India adalah dia berhasil mengompilasi informasi yang akurat tentang India.

Selama di India, dia banyak mengkaji adat istiadat dan kebudayaan masyarakat India, yang mana hal ini belum pernah dilakukan oleh tokoh-tokoh lainnya. Alasan Al-Biruni menetap di India adalah:

1. Berkembangnya ekonomi dan perdagangan yang tampak dari posisi geografis India dengan melimpahnya sumber alam utama yaitu tanah dan air sehingga darinya tumbuh perdagangan, pertanian, seni dan kerajaan.
2. India adalah negeri yang menjadi lumbung bagi kebanyakan ulama dan guru dalam berbagai disiplin ilmu sehingga dapat dijadikan media praktik pengetahuan bagi yang menginginkannya, Al-Biruni adalah salah satu dari diantaranya. Al-Biruni sendiri

dikenal sebagai seorang yang giat dan gigih dalam menuntut ilmu.

3. India adalah negeri tempat bertemunya berbagai agama, madzhab, dan pengetahuan. Hal ini menumbuhkan budaya komunikasi dan toleransi, dan secara praktis membentuk mentalitas kepribadian.

Selama penelitian panjangnya terhadap India dan budaya penduduknya, dia menemukan konsep-konsep baru dalam matematika, yang sebagian belum dikenal di luar India. Dia menulis delapan buku atau lebih mengenai aritmatika India, dan memperkenalkan banyak konsep-konsep matematika India ke negeri-negeri Muslim lainnya untuk pertama kalinya. Buah dari perjalanan panjang Al-Biruni dan menetap di India selama 40 tahun adalah karyanya yang berjudul "*Tahqīq mā li al-Hind min Maqūlah Maqbūlah fī al-`Aql au Mardzūlah*". Dengan demikian pula dia merupakan tokoh Arab yang paling mengerti tentang India.

b. Rayy

Pada 384 H/994 M, Al-Biruni juga pernah melakukan rihlah ilmiah ke kota Rayy, Iran. Di sini dia berjumpa dengan astronom senior bernama Al-Khujandy (w. 390 H/1000 M), dan dia juga bekerjasama dengan

tokoh ini dalam melakukan observasi benda-benda langit. Disebutkan bahwa salah satu instrumen astronomi yang digunakan dalam penelitian observasinya adalah “*as-Suds*”¹⁵ (seperenam lingkaran) yang terletak di bukit “*Musyrif*” di Rayy.

Kota Rayy hari ini dikenal dengan Teheran, Iran. Sesudah perang yang menghancurkan raja Gorgan, pada 995 M Al-Biruni terhalang melakukan perjalanan, lalu ia menetap di kota Rayy. Berbagai sumber menginformasikan bahwa kota Rayy penuh dengan agama dan madzhab, hanya saja masyarakatnya hidup berdampingan satu sama lain. Di Rayy, Al-Biruni pernah menderita kerusakan parah pada matanya. Namun betapapun demikian dia mampu menyelesaikan sebuah karya tulis yang merupakan karyanya yang pertama, yaitu “*Hikayah al-Ālah al-Musammah bi as-Suds al-Fakhrī*” (Hikayat Instrumen Bernama Suds Al-Fakhry). Dari judulnya tampak bahwa buku ini berbicara tentang satu instrumen astronomi bernama “*Suds al-Fakhrī*”

¹⁵ *As-Suds* dalam bahasa Inggris disebut dengan istilah *sextant*, merupakan instrumen astronomi yang dirancang untuk menentukan kemiringan ekliptika. *As-Suds (sextant)* disebut demikian karena bentuknya yang seperenam lingkaran. Rancangan *sextant* pertama kali didesain oleh seorang ilmuwan Muslim abad ke-10 bernama Abu Mahmud Hamid Al-Khujandi, dan hasil karyanya inilah terkenal dengan sebutan *as-Suds al-Fakhry*. Lihat Majalah Observatoria, *Memotret Semesta Demi Iman dan Peradaban*, Medan: Observatorium Ilmu Falak UMSU, ISSN 2685-247, edisi 11 Mei 2020, 17.

c. Bukhara

Bukhara terhitung sebagai salah satu kota terbaik dan terbesar di Asia Tengah. Kota ini dibuka pada masa Mu`awiyah bin Abi Sufyan pada 54 H/674 M atas jasa Ubaidillah bin Ziyad. Al-Biruni sampai ke kota ini pada 387 H/997 M di bawah kekuasaan Manshur bin Nuh as-Samany (berkuasa dari 350 H/961 M sampai 365 H/975 M).

Periode Saman dikenal sebagai era keemasan dalam sejarah Asia Tengah, dimana telah tumbuh kebebasan berekspresi, tumbuhnya karya sastra, dan hidup rukunnya sekte dan umat beragama. Di kota ini Al-Biruni menelaah sejarah bangsa-bangsa terdahulu dan yang masih tersisa, dari sini pulalah inisiasi menulis karyanya yang cukup populer "*Al-Aṣar al-Baqiyyah `an al-Qurūn al-Khaliyyah*".

d. Gurgan (*al-Jurjan*)

Konon, setelah menetap beberapa waktu di Khawarazm (yaitu pada usia 23 tahun) dan ketika terjadi gejolak politik, Al-Biruni pergi meninggalkan kota Khawarazm menuju Gurgan (*al-Jurjan*), dekat laut Kaspia di Asia Tengah. Di kota ini dia menetap selama 15 tahun, dan di kota ini dia menyelesaikan satu karyanya yang berjudul "*Al-Aṣar al-Baqiyyah `an al-Qurūn al-*

Khaliyyah". Di sini juga Al-Biruni telah melakukan diskusi dan korespondensi dengan Ibn Sina (w. 428 H/1037 M) terhadap berbagai masalah keilmuan, yang mana hal ini juga disaksikan oleh Raja Syams al-Ma`aly.

Tentang kota Gorgan dan penduduknya, Al-Biruni telah menyinggung dalam pengantarnya atas "*Tahqīq mā li al-Hind*". Menurutnya, Gorgan adalah kota yang unik, karena semua penduduknya tentara, mulai dari pedagang asongan, penjual es tebu, dan penjual roti. Penduduknya juga adalah orang-orang manufaktur yang terlatih dan menguasai ilmu kalam di pasar-pasar dan di jalan-jalan, mereka berdebat namun tidak fanatis.

e. Khawarazm

Di bagian pengantar "*Tahqīq mā li al-Hind*" terdapat deskripsi singkat tentang Khawarazm, di mana digambarkan bahwa kota ini dipenuhi penduduknya dengan ulama, fuqaha, orang-orang cerdas dan orang-orang kaya. Setelah 15 tahun menetap di Gorgan, Al-Biruni memutuskan kembali ke Khawarazm yang merupakan kampung halamannya. Namun pada 407 H/1016 M, Sultan Mahmud al-Ghaznawy merangkak ke Khawarazm dan mengambil alih Kyat.

Yaqut al-Hamawy (w. 626 H/1229 M) dalam “*Mu`jam al-Udaba`*” (Ensiklopedia Negeri-negeri) menceritakan bahwa sebab perginya dia ke Ghazna adalah karena Sultan Mahmud al-Ghaznawy tatkala menguasai Khawarazm dia menahan Al-Biruni dan gurunya `Abd ash-Shamad al-Hakim yang dituduh licik dan kufur, lalu dia diselamatkan sembari sang raja menyatakan bahwa Al-Biruni adalah pemuka waktu dalam ilmu astronomi, para raja membutuhkan sosok seperti itu.

Karena itu raja mengambilnya dan menepatkannya di istana Ghazna dengan tujuan bukan hanya untuk menggali keilmuannya, namun juga guna menjauhkannya dari wilayah asalnya memandang dia masih menghormati para pendahulunya.¹⁶

B. Karya-karya Al-Biruni

Abu Raihan Muhammad bin Ahmad Al-Biruni atau biasa yang dikenal dengan sebutan Al-Biruni, merupakan salah satu ilmuwan terbesar Islam sepanjang masa. Al-Biruni adalah seorang ilmuwan Muslim dari abad pertengahan yang mempunyai keunikan dalam kepakarannya menguasai berbagai bidang pengetahuan dan antara bidang yang diceburi

¹⁶ Butar-butur, *Astronom Astronom Muslim Sepanjang Sejarah Peradaban Islam*, 268-273.

oleh Al-Biruni ialah bidang astronomi, kronologi, matematika, fisika, kimia, geografi, mineralogi, sejarah, antropologi, perbandingan agama, ilmu kedokteran, astrologi dan puisi. Kehidupan Al-Biruni banyak dihabiskan dengan melakukan kajian-kajian berkaitan bidang yang diceburinya dan kebanyakan hasil kepenulisan beliau dijadikan rujukan pada zaman sekarang. Tidak hanya mempelajari beberapa bidang, beliau juga telah menguasai beberapa bahasa seperti bahasa Arab, Turki, Persia, Sansekerta, Aramaic, Hebrew, Syria, beberapa dialek India dan Iran, bahasa Yunani, Babilonia, Zoroastrian, Manichean serta bahasa ibundanya sendiri yaitu bahasa Khawarazm. Maka tak heran jikalau karyanya terdiri dari berbagai bidang dengan bahasa yang bermacam-macam pula.¹⁷

Beberapa sumber berbeda-beda dalam mengklasifikasi tulisan atau karya-karya Al-Biruni. E.S. Kennedy menyatakan bahwa terdapat 146 karya, dan perhitungan jumlah karya tersebut tidaklah pasti. Karena beberapa judul yang dihitung secara terpisah terdapat kemungkinan persamaan, atau bisa jadi terdapat tambahan lainnya yang belum diketahui. Berikut

¹⁷ Rodhiyah Shahimi dan Roslan Umar, "Pendekatan Al-Biruni dalam Memahami Konsep Gerhana Menurut Kitab Al-Qanun Al-Mas'udi", *Asian Journal of Civilizational Studies (AJOCS)*, Vol. 2 No. 1, Malaysia: Fakulti Pengajian Kontemporari Islam (FKI), Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA), Maret 2020, 32.

klasifikasi versi E.S. Kennedy dari kitab bibliografi yang ditulis sendiri oleh Al-Biruni:

Tabel 3. 1 Klasifikasi Karya Al-Biruni¹⁸

Kategori	Karya	Karya Utama	Manuskrip Terselamatkan	Terpublikasi
Astronomi	35	8	4	3
Astrolabe	4		2	
Astrologi	23	1	3	2
Kronologi	5	1	1	1
Pengukuran Waktu	2			
Geografi	9	1	1	1
Geodesi dan Teori Pemetaan	10		1	
Aritmatika	8		1	1
Geometri	5		1	1
Trigonometri	2		1	
Mekanika	2		1	

¹⁸ Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, 25.

Medis dan Farmakologi	2	1	1	
Meteorologi	1			
Mineralogi dan Batuan Permata	2		1	1
Sejarah	4			
India	2	1	1	1
Agama dan Filsafat	3		1	1
Literasi	16			
Magic	2		1	
Tidak terklasifikasi	9	1	1	1
TOTAL	146	14	22	13

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa dari jumlah tersebut, hanya sedikit yang masih ada dan sebagian besar telah hilang. Serta baru setengah dari manuskrip yang terselamatkan, yang dibuat terjemahan dan analisisnya dalam bentuk publikasi ilmiah modern. Karya Al-Biruni tercatat sebanyak 146 buku mencakup 35 buku astronomi, 4 buku astrolabe, 23 buku astrologi, 5 buku kronologi, 2 buku tentang pengukuran waktu, 9 buku geografi, 10 buku tentang

peta dan geodesi, 15 buku matematika, 2 buku mekanika, 2 buku kodokteran dan farmasi, 1 buku meteorologi, 2 buku mineralogi, 4 buku sejarah, 2 buku tentang India, 3 buku agama dan filsafat, serta buku tentang ilmu lainnya. Dari karya-karya tersebut hanya ada sekitar 22 buku yang masih ada dan hanya 13 buku dari 22 buku tersebut yang terpublikasikan dengan baik.¹⁹

Sementara itu, dari tabel di atas telah jelas mengungkapkan ruang lingkup dan area konsentrasi kajian Al-Biruni. Minat Al-Biruni sangat luas dan mendalam, dan ia bekerja di hampir semua cabang sains yang dikenal pada masanya. Di dalam bidang sains sendiri, Al-Biruni tertarik dengan bidang-bidang yang dapat dianalisis dengan metode matematika. Al-Biruni melakukan penelitian yang serius terhadap bidang mineralogi, farmakologi, serta fiologi, tetapi setengah dari total karyanya adalah dalam bidang astronomi.²⁰

Sebagian besar karya-karya Al-Biruni ditulis dalam bahasa Arab yang merupakan bahasa ilmu pengetahuan dalam beberapa abad. Al-Biruni dalam memposisikan bahasa Arab sangat tinggi, menurutnya bahasa Arab merupakan alat komunikasi terbaik di zamannya. Dalam konteks hari ini, karya-karya Al-Biruni merupakan harta tersembunyi karena

¹⁹ Anton Ramdan, *Islam dan Astronomi*, (Jakarta: Bee Media Indonesia, 2009), 129.

²⁰ Sanjaya dkk., 25.

sebagian besar belum dikaji secara detail. Adapun karya-karya Al-Biruni dalam bidang astronomi diantaranya adalah:²¹

1. *Al-Qānūn al-Mas`ūdī*

Al-Qānūn al-Mas`ūdī (Undang-undang Mas`ud), merupakan salah satu karya terbaik Al-Biruni dan bahkan buku ini terhitung sebagai karya ensiklopedi sains pertama di dunia Islam. Buku *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* terdiri dari 11 makalah, tiap-tiap makalah terbagi kepada sejumlah bab (seluruhnya mencapai 142 bab), dan tiap-tiap bab terdiri dari sejumlah pasal pembahasan. Secara umum buku ini mencakup kajian tentang observasi dan teori astronomi yang berkembang waktu itu. Buku ini ditulis tatkala Al-Biruni sedang berada di Ghazna, yang mana buku ini dipersembahkan kepada Sultan Mas`ud bin Mahmud yaitu pada 421 H/1030 M.

2. *Al-Aṣar al-Baqiyyah `an al-Qurūn al-Khaliyyah*

Secara umum buku ini terhitung sebagai diantara karya pertama yang membahas tentang penanggalan, sejarah, masalah-masalah astronomi dan matematika. Buku ini ditulis sekitar 1000 M Ketika Al-Biruni berusia 27 tahun, dan buku ini dianggap sumber terbaik sejarah

²¹ Butar-butur, 295-309.

Timur Tengah. Dalam buku ini Al-Biruni menelaah metode pengukuran waktu dan mengkontruksi cara yang lebih akurat dengan memanfaatkan sinar Matahari, bayang-bayang, dan geometri. Dengan metode ini dia dapat menentukan panjang siang dan malam, bulan kamariah, dan tahun Matahari universal. Al-Biruni juga memberikan catatan informatif tentang berbagai kalender yang pernah ada, lalu menyesuaikan berbagai tanggal dengan jangka waktu universal.

3. *Kitab At-Taḥḥīm li Awa'il Ṣina'ah at-Tanjīm*

Kitab At-Taḥḥīm li Awa'il Ṣina'ah at-Tanjīm (Buku pemahaman untuk awal kreasi perbintangan), buku ini membahas tentang hisab, geometri, aljabar, bilangan, kontruksi alam, dan hukum perbintangan. Buku ini disusun dengan model soal dan jawaban dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan disertai ilustrasi gambar.

4. *Kitab Tahqīq mā li al-Hind min Maqūlah Maqbūlah fī al-`Aql au Mardzūlah*

Buah pertualangan Al-Biruni di India adalah sebuah ensiklopedia sosiologi berjudul *Tahqīq mā li al-Hind min Maqūlah Maqbūlah fī al-`Aql au Mardzūlah*. Buku ini merupakan rujukan paling terkemuka mengenai India

abad pertengahan. Secara umum, buku ini memuat segenap aspek terkait sejarah, budaya, dan tradisi umat Hindu di India. Akan tetapi, dalam pembahasan geografi dan astronomi Al-Biruni mengkhususkan 13 bab. Disini Al-Biruni memberikan gambaran singkat tentang geografi India baik lokasi, sungai, dan gunung. Sedangkan dalam bidang astronomi Al-Biruni menjelaskan tentang nama-nama planet, zodiac-zodiak, manzilah bulan, yang seluruhnya dalam konteks India.

5. *Al-Jamāhir fī Ma`rifah al-Jawāhir*

Buku ini ditulis Al-Biruni dan diersembahkan kepada Raja Mahmud bin Mas`ud (w. 440 H/1048 M), Sultan Ghazna dan India dari tahun 433 H/1041 M sampai 440 H/1048 M. Buku ini berbicara tentang geologi, pertambangan, batu permata, metal, berlian, mutiara, dan manfaatnya serta tata cara mengolahnya.

6. *al-Ṣaidanah*

Konon, buku ini adalah karya terakhir Al-Biruni. Di India buku ini telah diterjemahkan ke dalam bahasa Persia oleh Abu Bakr bin Utsman al-Ashghar al-Kasani yaitu pada tahun 607 H/1211 M. Buku ini menguraikan tentang

obat-obatan, nama-namanya, dan aneka pandangan tokoh-tokoh kedokteran terdahulu.

7. *Tahd̄d Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin*

Tahd̄d Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin (penentuan akhir tempat untuk memverikasi jarak tempat), buku ini berisi tentang informasi rinci tentang ilmu geologi dan geografi. Salah satu naskahnya ditemukan di perpustakaan Istanbul, Turki dengan khat pengarangnya adalah Al-Biruni tertera tahun 416 H/1025 M. Selanjutnya teks sempurna dicetak ppada 1962 M di Ankara dengan tahqiq Muhammad bin Tawit Al-Thanjī berisi 294 halaman. Sedangkan cetakan kedua diterbitkan pada 1995 M. kemudian seorang orientalis asal Rusia bernama Bulgakov melakukan analisis (tahqiq) atas kitab ini. Dalam penelitiannya, Bulgakov dibantu oleh tokoh Bernama Imam Ibrahim Ahmad dalam beberapa materi tertentu terkait dengan astronomi. Pada 1966 M, buku ini diterjemahkan ke dalam bahasa Rusia. Kemudian berdasarkan teks Arab yang di tahqiq Bulgakov, dan Jamil Ali menerbitkan pada 1967 M di Beirut yaitu terjemahan bahasa Inggris. Lalu Kennedy pada tahun

1973 M di Beirut membuat komentar (syarah) atas versi terjemahan ini.

8. Kitab *Maqālid `Ilm al-Hai`ah wamā Yahdušu fī Baṣīṭah al-Kurrah*

Di dalam kitab ini Al-Biruni membahas tentang bentuk bayang-bayang, kitab ini terhitung cukup lengkap membahas tentang ilmu ukur segitiga bola yang diaplikasikan dalam perhitungan astronomis.

9. *Isti`ab al-Wujūh al-Mumkinah fī Ṣifah al-Uṣṭurlāb*

Seperti tampak pada judulnya, buku ini membahas tentang satu instrument astronomi bernama *astrolabe*. Dalam buku ini Al-Biruni menerangkan kajian komprehensif tentang berbagai jenis astrolabe yang populer di zaman itu. Al-Biruni juga mengemukakan sejarah perkembangan instrumen teknologi warisan Yunani ini hingga abad ke-5 H/11 M. Al-Biruni juga menjelaskan secara detail tentang berbagai jenis astrolabe terkini dan beserta dasar-dasar teoritisnya.

C. Gambaran Umum Tentang Kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*

Kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* merupakan salah satu karya besar dari Al-Biruni, kitab ini menguraikan falakiah dasar-dasar yang berkaitan dengan cara menghitung koordinat kota (lintang dan bujur) dan menghitung arah kiblat. Tema utama dari kitab ini adalah penentuan koordinat geografis lokasi suatu daerah. Kitab ini dibuat sekitar tahun 1017 M, pada saat itu sedang terjadi permasalahan politik di Khawarazm antara Abu'l-Abbas Ma'mun dengan Mahmud. Sehingga Al-Biruni ikut terasingkan di sebuah desa dekat Kabul, Afghanistan, dan dalam kondisi yang tertekan dan menyedihkan tetapi bekerja keras dalam menyusun kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*.²²

Secara khusus, Al-Biruni menetapkan untuk menghitung selisih garis bujur (longitude) antara kota Baghdad dan Ghazna. Beberapa masalah awal muncul dengan sendirinya yaitu: penentuan garis lintang (latitude), distribusi massa tanah dan pembentukannya, panjang derajat sepanjang meridian terrestrial, dan selisih garis bujur (longitude) terrestrial dari pengamatan gerhana. Komputasi dalam kitab tersebut kemudian menghasilkan perbedaan garis bujur

²² Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, (Purwokerto: UM Purwokerto Press, 2016), 276.

(longitude) antara Baghdad, Rayy, Jurjaniyya, Balkh, dan Ghazna, serta sepanjang jalur selatan termasuk Shiraz dan Zaranj.²³

Manuskrip kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* tersimpan di Museum *Suleymaniye*, Fatih 3386, 171 ff. 416 H, Istanbul, Turki. Kitab ini pertama kali diterjemahkan secara lengkap dalam bahasa Inggris oleh Jamil Ali “Penentuan Koordinat Kota” diterbitkan *American University of Beirut* pada tahun 1967, dan dibuat analisisnya oleh E.S. Kennedy pada tahun 1973 dan menjadi referensi utama penulis dalam membuat penelitian ini.²⁴

²³ Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, 37.

²⁴ Sanjaya dkk., 40.



Gambar 3. 1 Penjelasan Tentang Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masaḥāt al-Masākin*²⁵

Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masaḥāt al-Masākin* terdiri dari tiga bahasan. *Pertama*, pendahuluan; *Kedua*, cara mengetahui azimuth kiblat; *Ketiga*, prakiraan ekuinoks musim gugur. Dari ketiga bahasan tersebut, masing-masing dijelaskan secara terperinci, diantaranya adalah penjelasan dalam mengetahui lintang tempat dan bujur tempat, menentukan suatu gunung, menghitung jari-jari dan

²⁵ Sumber Manuskrip Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masaḥāt al-Masākin* PDF, 305.

keliling bola bumi, membahas metode Al-Biruni dalam menghitung jarak antara dua kota dalam hal ini Makkah dan Baghdad, dan analisis metode Al-Biruni dalam menentukan arah kiblat dari kota Ghazna.²⁶ Adapun pembahasan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) *Pendahuluan*: dalam pendahuluan ini Al-Biruni membahas tentang beberapa sub bab bahasan, yaitu:
 - Penjelasan tentang cara mengetahui Lintang Tempat Kota Ghazna
 - Penjelasan tentang cara mengetahui Deklinasi Maksimum
 - Penjelasan tentang cara mengetahui Lintang Tempat dan Deklinasi Maksimum satu-persatu sampai dengan akhir
 - Penjelasan tentang cara mengetahui Lintang antara dua kota
 - Penjelasan tentang hasil jarak, Lintang, dan Bujur
 - Mengetahui Lintang antara kota Baghdad dan Rayy
 - Mengetahui Lintang antara kota Jurjaniyyah dan Rayy

²⁶ Al-Biruni, *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin* (Manuskrip), 1017 M, 301.

- Mengetahui Lintang dan Bujur kota Jurjaniyyah dari Lintang dan Bujur kota Rayy
 - Mengetahui Lintang antara kota Jurjaniyyah dan Balagh
 - Mengetahui Lintang dan Bujur kota Durghan dari Lintang dan Bujur kota Jurjaniyyah dan Balagh
 - Mengetahui Lintang dan Bujur kota Bukhara dari Lintang dan Bujur kota Durghan
 - Mengetahui jarak antara kota Bukhara dan Balagh dari Lintang dan Bujurnya
 - Mengetahui Lintang antara kota Baghdad dan Siraj
 - Mengetahui Lintang antara kota Balagh dan Ghazna
 - Mengetahui Lintang kota Ghazna dan Kazakstan
- 2) *Mengetahui Azimuth Kiblat*: pada bagian ini membahas tentang metode algoritma arah kiblat Al-Biruni.
- Metode dalam penentuan arah kiblat
 - Mengetahui Lintang antara kota Baghdad dan Iraq
 - Mengetahui Lintang antara kota Iraq dan Iskandaria
- 3) *Prakiraan Ekuinoks Musim Gugur*: bagian ini membahas tentang prakiraan ekuinoks menurut beberapa ulama` abad pertengahan.
- Prakiraan menurut Muhammad bin `Aly
 - Prakiraan menurut Bani Musa Basir dari Rayy
 - Prakiraan menurut Sulaiman bin Usmah

- Prakiraan menurut Abi Husain As-Sufi
- Prakiraan menurut Abu Wafa` dari Baghdad
- Prakiraan menurut Abu Raihan dari Jurjaniya
- Prakiraan menurut Anu Raihan dari Ghazna

Penjelasan mengenai algoritma arah kiblat di dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* berada di bagian akhir dari kitab ini. Sebagaimana yang telah diketahui, bahwa Al-Biruni merupakan orang yang menentukan arah kiblat secara akurat dengan menggunakan trigonometri bola atau aturan hukum sinus cosinus.

Bagaimanapun, jika ingin menemukan *azimuth* dari kiblat dan menginginkan secara akurat, maka *azimuth* kiblat dapat diketahui dengan cara kalikan cosinus dari garis lintang (*latitude*) kota yang ingin diketahui dengan sinus selisih garis bujur (*longitude*) antara kota tersebut dengan kota Makkah, dan dibagi hasilnya dengan total sinus, dan memperoleh hasil bagi yaitu sinus dari garis tegak lurus. Kemudian diperoleh busur (*arc*) dari sinus dan menghitung cosinus nya, kemudian dibagi dengan cosinus hasil kali sinus dari garis lintang (*latitude*) dari kota yang ingin diketahui tadi kali total sinus dan diperoleh hasil bagi, yang merupakan sinus dari busur (*arc*). Kita memperoleh busur (*arc*) dari sinus tersebut, kemudian kita ambil selisih antara busur (*arc*) dengan garis

lintang (*latitude*) kota Makkah. Dan kalikan cosinus selsisih tersebut dengan cosinus tegak lurus; kemudian dibagi hasilnya dengan total sinus dan diperoleh hasil bagi, yang merupakan sinus dari busur (*arc*). Kemudian diperoleh busur (*arc*) tersebut dan ambil nilai cosinus nya, kemudian dibagi dengan cosinus hasil kali dari cosinus garis lintang (*latitude*) dari kota Makkah kali sinus dari selisih antara dua garis bujur (*longitude*). Hasil bagi yang diperoleh adalah sinus dari sudut *azimuth*, diukur dari meridian kota. Ketika ingin melakukan salat, maka beralih melalui sudut *azimuth* tersebut, timur atau barat dari meridian, sesuai posisi dari kota Makkah relatif terhadap kota kita.²⁷ Adapun metode algoritma Al-Biruni dan contohnya akan dibahas pada pembahasan selanjutnya.

D. Konsep Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*

Penjelasan mengenai arah kiblat di dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* berada di bagian akhir dari kitab ini. Sebagaimana yang telah diketahui, bahwa Al-Biruni merupakan orang yang menentukan arah kiblat secara akurat dengan menggunakan trigonometri bola atau aturan hukum sinus cosinus.

Sebagai contoh dalam studi kasus kota Ghazna, dalam kitab ini Al-Biruni telah menentukan terlebih dahulu

²⁷ Al-Biruni, *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* (Manuskrip), 302.

koordinat dari kota Ghazna. Kemudian barulah setelahnya Al-Biruni dapat menentukan *azimuth* kiblat dari kota Ghazna ke arah kota Makkah. Kita buat simbol M untuk Makkah dan G untuk Ghazna.

Tabel 3. 2 Data Koordinat Versi Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihā yā t̄ al-Ama kin li Tashī h Masa f̄a t̄ al-Masa kin* dan Versi Modern²⁸

No	Koordinat	Data Al-Biruni	Data <i>Google Earth</i>
1	Lintang Makkah	$\Phi_M = 21; 40^\circ$	$\Phi_M = 21; 25,21^\circ$
2	Bujur Makkah	$\Lambda_M = 67^\circ$	$\Lambda_M = 39; 49,34^\circ$
3	Lintang Ghazna	$\Phi_G = 33; 35^\circ$	$\Phi_G = 33; 32,42^\circ$
4	Bujur Ghazna	$\Lambda_G = 94; 22,24^\circ$	$\Lambda_G = 68; 25,02^\circ$

Prosedur yang dibuat Al-Biruni dalam metodenya adalah:

- (1) memberikan aturan, (2) menjalankan proses komputasi, (3) membuktikan validitas dari aturan yang ditentukan.

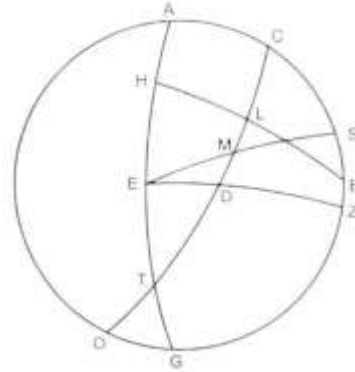
²⁸ E.S. Kennedy, *A Commentary Upon Biruni's Kitab Tahdid Al-Amakin*, (Beirut: American University of Beirut, 1973). 198.

Berikut ini akan penulis pecah prosedur yang dibuat Al-Biruni dalam metode menentukan arah kiblat dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* dan berdasarkan analisis yang dibuat oleh E.S. Kennedy supaya memudahkan memahami metodenya.

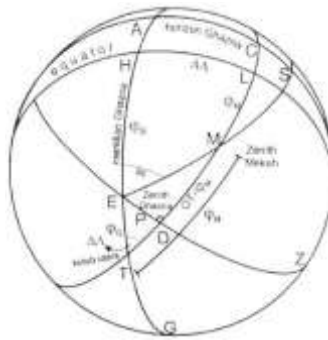
Aturan Metode:

Telah digambarkan *horizon* dari kota Ghazna dengan lingkaran ABG (Gambar) yang mana kutub adalah E, dan lingkaran dari meridian oleh AEG dimana kutub adalah titik barat B, karena kota Makkah berada di sebelah baratnya Ghazna. Misal BH adalah kuadran ekuator dengan kutub T. Kita gambar TL pada lingkaran yang merupakan meridian kota Makkah, kemudian busur (*arc*) dari HL adalah mengukur selisih garis bujur (*longitude*), dan pada lingkaran TL, kemudian ambil busur (*arc*) LM sama dengan garis lintang (*latitude*) dari kota Makkah. Kemudian M adalah *zenith* dari orang-orang di Makkah. Melalui dua titik E dan M kita gambar sebuah lingkaran besar; kemudian lingkaran ini memberikan batas *azimuth* dari kiblat. Misal lingkaran ini memotong *horizon* pada titik S, kemudian S adalah *azimuth* dari kiblat. Perpindahan posisi S dari titik A, yang merupakan

titik selatan Ghazna, adalah diberikan oleh busur (*arc*) AS, dan dari titik barat oleh busur (*arc*) SB.²⁹



Gambar 3. 2 Ilustrasi Segitiga Bola Versi Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihā yā t̄ al-Amākin li Taṣhīḥ Masaḥā t̄ al-Masaḥin*³⁰



Gambar 3. 3 Ilustrasi Segitiga Bola Versi E.S. Kennedy³¹

²⁹ Kennedy, *A Commentary Upon Biruni's Kitab Tahdid Al-Amakin*, 198.

³⁰ Al-Biruni, *Tahdīd Nihā yā t̄ al-Amākin li Taṣhīḥ Masaḥā t̄ al-Masaḥin*, (Manuskrip), 305.

Proses Komputasi:³²

Proses komputasi ini merupakan analisis E.S. Kennedy dalam memahami algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*. Penulis mengambil sumber dari E.S. Kennedy supaya memudahkan dalam menganalisis dan uji akurasi terhadap algoritma Al-Biruni dalam penentuan arah kiblat.

- Menentukan p

Perhatikan bidang segitiga bola ETD, menurut Al-Biruni berlaku aturan:

$$\frac{\sin(\angle TDE)}{\sin(TE)} = \frac{\sin(\angle ETD)}{\sin P}$$

$$\sin(p) = \frac{\sin(TE) \cdot \sin(\angle ETD)}{\sin(\angle TDE)}$$

Jika

$$TE = \varphi G = 90^\circ - \varphi G$$

$$\angle ETD = \Delta\Lambda$$

$$\sin(\angle TDE) = \sin(90^\circ) = R = 60 \text{ (sexagesimal)}$$

Maka

$$\sin(p) = \frac{\sin(90^\circ - \varphi G) \cdot \sin \Delta\Lambda}{R}$$

³¹ Kennedy, *A Commentary Upon Biruni's Kitab Tahdid Al-Amakin*, 199.

³² Kennedy, 198-201.

$$\sin(p) = \frac{\cos \varphi G \cdot \sin \Delta \Lambda}{R}$$

$$\sin(p) = \frac{\cos \varphi G \cdot \sin(\Lambda G - \Lambda M)}{R}$$

Dengan φG adalah lintang (*latitude*) kota Ghazna, $\Delta \Lambda$ adalah selisih garis bujur kota Ghazna ΛG dan kota Makkah ΛM .

$$\frac{\cos \varphi G \cdot \sin \Delta \Lambda}{R} = \frac{\cos(33; 35^\circ) \cdot \sin(94; 22,24^\circ - 67^\circ)}{60}$$

$$\frac{\cos \varphi G \cdot \sin \Delta \Lambda}{R} = \frac{\sin(56; 25^\circ) \cdot \sin(94; 22,24^\circ - 67^\circ)}{60}$$

$$\frac{\cos \varphi G \cdot \sin \Delta \Lambda}{R} = \frac{\sin(56; 25^\circ) \cdot \sin(27; 22,24^\circ)}{60}$$

$$\frac{\cos \varphi G \cdot \sin \Delta \Lambda}{R} = \frac{49; 59,5^\circ \cdot 27; 35,14^\circ}{60}$$

$$\frac{\cos \varphi G \cdot \sin \Delta \Lambda}{R} = 22; 58,57^\circ$$

$$\sin(p) = 22; 58,57^\circ$$

Sehingga

$$p = \arcsin(22; 58,57^\circ)$$

$$p = 22; 31,20^\circ$$

- Menentukan OT

Perhatikan bidang segitiga bola OTG dan ODZ . Menurut Al-Biruni berlaku aturan:

$$\frac{\sin(OT)}{\sin(TG)} = \frac{\sin(OD)}{\sin(DZ)}$$

$$\sin(OT) = \frac{\sin(TG) \cdot \sin(OD)}{\sin(DZ)}$$

Jika

$$TG = TE = \varphi G = \varphi G$$

$$DZ = p$$

$$\sin(OD) = \sin(90^\circ) = R$$

Maka

$$\sin(OT) = \frac{\sin(\varphi G) \cdot R}{\sin(p)}$$

$$\sin(OT) = \frac{\sin(\varphi G) \cdot R}{\sin(90^\circ - p)}$$

$$\sin(OT) = \frac{\sin(\varphi G) \cdot R}{\cos(p)}$$

Lanjut proses komputasinya:

$$\sin(OT) = \frac{\sin(\varphi G) \cdot R}{\cos(p)} = \frac{\sin(33; 35^\circ) \cdot 60}{\cos(22; 31,20^\circ)}$$

$$\frac{\sin(\varphi G) \cdot R}{\cos(p)} = \frac{33; 11,20 \cdot 60}{55; 25,26} = \frac{1991; 20,0}{55; 25,26}$$

$$\frac{\sin(\varphi G) \cdot R}{\cos(p)} = 35; 55,45$$

$$\sin(OT) = 35; 55,45$$

$$\sin(OT) = \sin(TD) = \cos(TD)$$

Sehingga

$$OT = \arcsin(35; 55,45)$$

$$OT = 36; 47,8^\circ$$

- Menentukan MC

$$MC = (90^\circ - MD) = MD$$

$$MC = MD = DL - \varphi M$$

Jika

$$CL = DT$$

$$DL = OT$$

Maka

$$\overline{MC} = \overline{DL - \varphi M} = \overline{OT - \varphi M}$$

Sehingga

$$\overline{OT - \varphi M} = \overline{36; 46,48^\circ - 21; 40^\circ} = \overline{15; 6,48^\circ}$$

$$MC = 90^\circ - 15; 6,48^\circ$$

$$MC = MD = 74; 52,52^\circ$$

- Menentukan MS

Perhatikan bidang segitiga bola CMS dan CDZ , menurut

Al-Biruni berlaku aturan:

$$\frac{\sin(MC)}{\sin(MS)} = \frac{\sin(CD)}{\sin(ZD)}$$

Jika

$$\sin(CD) = \sin(90^\circ) = R$$

$$ZD = p$$

Maka

$$\sin(MS) = \frac{\sin(MC) \cdot \sin(ZD)}{\sin(CD)}$$

$$\sin(MS) = \frac{\sin(MC) \cdot \sin(p)}{R}$$

$$\sin(MS) = \frac{\sin(MC) \cdot \cos(p)}{R}$$

$$\sin(MS) = \frac{\sin(74; 53,12^\circ) \cdot \cos(22; 31,19^\circ)}{60}$$

$$\sin(MS) = \frac{3210,24}{60} = 53; 30,25$$

$$\sin(MS) = 53; 30,25$$

Sehingga

$$MS = \arcsin(53; 30,25)$$

$$MS = 63; 5,42^\circ$$

- Menentukan Azimuth Kiblat

Perhatikan bidang segitiga bola TEM, menurut Al-Biruni berlaku aturan:

$$\frac{\sin(ME)}{\sin(\angle ETM)} = \frac{\sin(MT)}{\sin(\angle TEM)}$$

Jika ME = MS, MT = φM , $\angle ETM = \Delta\lambda$, dan $\angle TEM = 180^\circ - \text{az}$. Maka:

$$\frac{\sin(MS)}{\sin(\Delta\lambda)} = \frac{\sin(\varphi M)}{\sin(180^\circ - \text{az})}$$

$$\frac{\cos(MS)}{\sin(\Delta\Lambda)} = \frac{\cos(\varphi M)}{\sin(az)}$$

Sehingga:

$$\sin(az) = \frac{\cos(\varphi M) \cdot \sin(\Delta\Lambda)}{\cos(MS)}$$

$$\frac{\cos(\varphi M) \cdot \sin(\Delta\Lambda)}{\cos(MS)} = \frac{\cos(21; 40) \cdot \sin(27; 22,24^\circ)}{\cos(63; 5,42^\circ)}$$

$$\frac{\cos(\varphi M) \cdot \sin(\Delta\Lambda)}{\cos(MS)} = \frac{1538; 17,11,24,6}{27; 9,2}$$

$$\frac{\cos(\varphi M) \cdot \sin(\Delta\Lambda)}{\cos(MS)} = 56; 39,27$$

$$\sin(az) = 56; 39,27$$

Maka diperoleh:

$$az = \arcsin(56; 39,27)$$

$$az = \mathbf{70; 47, 6^\circ}$$

Berdasarkan komputasi yang dipaparkan sebelumnya, maka penulis membuat simpulan metode algoritma arah kiblat Al-Biruni, supaya lebih muda dipahami. Berikut penulis mengambil studi kasus di Indonesia, yaitu penentuan arah kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang berdasarkan aturan segitiga bola metode Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*. Berikut arah Kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang berdasarkan Data Koordinat *Google Earth*.

$$\begin{aligned}
 \text{Lintang Tempat } (\varphi^X) &= -6^\circ 59' 31'' \\
 \text{Bujur Tempat } (\Lambda^X) &= 110^\circ 21' 01'' \\
 \text{Lintang Makkah } (\varphi^M) &= 21^\circ 25' 20'' \\
 \text{Bujur Makkah } (\Lambda^M) &= 39^\circ 49' 34'' \\
 \text{Selisih Bujur } \Delta\Lambda &= \Lambda^X - \Lambda^M \\
 &= 110^\circ 21' 01'' - 39^\circ 49' 34'' \\
 &= 70^\circ 31' 27''
 \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \sin p &= (\cos \varphi^X \cdot \sin \Delta\Lambda) = 69^\circ 21' 11'' \\
 \sin OT &= (\sin \varphi^X / \cos p) = -20^\circ 11' 44'' \\
 MC &= OT - \varphi^M - 90^\circ = 131^\circ 37' 4'' \\
 \sin MS &= (\sin MC \cdot \cos p) = 15^\circ 17' 3'' \\
 \sin az &= (\cos \varphi^M \cdot \sin \Delta\Lambda / \cos MS) = \mathbf{65^\circ 28' 55''} \\
 \text{Azimuth Kiblat } (az) &= 360 - az \\
 &= 360 - 65^\circ 28' 55'' \\
 &= \mathbf{294^\circ 31' 5''} \text{ (Kiblat Terhadap}
 \end{aligned}$$

Utara)

$$\begin{aligned}
 \text{Azimuth Kiblat } (az) &= 180 - az \\
 &= 180 - 65^\circ 28' 55'' \\
 &= \mathbf{114^\circ 31' 5''} \text{ (Kiblat Terhadap}
 \end{aligned}$$

Selatan)

Setelah mengetahui nilai azimuth kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang dengan menggunakan data koordinat Google Map. Maka lihatlah

Tabel 4.1 di atas, sebagai syarat penentuan arah kiblat metode Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*. Dan diketahui bahwa Masjid Walisongo memiliki Lintang Lokasi (φ^X) < Lintang Makkah (φ^M) dan Bujur Lokasi (Λ^G) > Bujur Makkah (Λ^M).

BAB IV
ANALISIS ALGORITMA ARAH KIBLAT AL-BIRUNI
DALAM KITAB *TAHDĪD NIHĀYĀT AL-AMĀKIN*
LITAṢHĪH MASĀFĀT AL-MASĀKIN

A. Analisis Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*

Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* merupakan salah satu karya besar dari Al-Biruni tentang penentuan dan analisis matematika geografi. Tema utama dari kitab ini adalah penentuan koordinat geografis lokasi suatu daerah, seperti penentuan garis bujur (*longitude*), dan penentuan garis lintang (*latitude*).¹

Penentuan arah kiblat dengan menggunakan metode Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* terletak pada bagian akhir kitab ini. Kitab ini ditulis dalam bentuk manuskrip berbahasa Arab, sehingga bagi pembaca yang belum menguasai bahasa Arab tentunya akan merasa kesulitan dalam membaca dan memahaminya. Untungnya penulis sedikit terbantu dengan

¹ Mada Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, (Bandung: Bolabot, 2019), 37.

adanya terjemah dan analisis dari kitab ini dalam bahasa Inggris oleh E.S. Kennedy pada tahun 1973.²

Dalam proses algoritmanya, Al-Biruni menggunakan aturan hukum sinus cosinus trigonometri (segitiga bola). Dan di dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*, Al-Biruni memiliki ketentuan dalam arah kiblat, sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Ketentuan Arah Kiblat Metode Al-Biruni³

No.	Ketentuan	Rumus Arah Kiblat
1	Lintang Lokasi < Lintang Makkah Bujur Lokasi > Bujur Makkah	Terhadap Utara: $Kiblat = 360 - az$ Terhadap Selatan: $Kiblat = 180 - az$
2	Lintang Lokasi < Makkah Bujur Lokasi < Bujur Makkah	Terhadap Utara: $Kiblat = - az$ Terhadap Selatan: $Kiblat = 180 - az$
3	Lintang Lokasi > Lintang	Terhadap Utara:

² E.S. Kennedy, *A Commentary Upon Biruni's Kitab Tahdid Al-Amakin*, (Beirut: American University of Beirut, 1973). 1.

³ Mada Sanjaya dkk., *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*, 125.

	Makkah Bujur Lokasi < Bujur Makkah	$Kiblat = 180 + az$ Terhadap Selatan: $Kiblat = 360 + az$
4	Lintang Lokasi > Lintang Makkah Bujur Lokasi > Bujur Makkah	Terhadap Utara: $Kiblat = 180 + az$ Terhadap Selatan: $Kiblat = az$

Dari tabel di atas telah jelas bahwa ketentuan arah kiblat metode Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* memiliki ketentuan dua arah dalam azimuth kiblat, yakni terhadap Utara dan Selatan. Untuk menyatakan azimuth memang terdapat dua versi; *Pertama*, menggunakan acuan titik Selatan. *Kedua*, yang dianut Internasional untuk astronomi dan navigasi yaitu menggunakan acuan titik Utara, berupa busur UTSB. Kedua versi tersebut menggunakan arah yang sama yaitu jika dilihat dari zenith arahnya searah perputaran jarum jam yang senilai $0^\circ - 360^\circ$.⁴ Akan tetapi, di Indonesia biasanya menggunakan

⁴ Fajrullah, "Kontruksi Alat Moon Verificator dan Tingkat Akurasinya dalam Rukyatul Hilal", *Skripsi S.1* Fakultas Syari`ah dan Hukum, Semarang: UIN Walisongo, 2020, 90.

acuan azimuth yang dianut secara universal/Internasional yaitu terhadap titik Utara.

Dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin*, Al-Biruni telah menentukan terlebih dahulu koordinat dari kota Ghazna. Kemudian barulah setelahnya Al-Biruni dapat menentukan azimuth kiblat dari kota Ghazna ke arah kota Makkah. Berikut data koordinat kota Ghazna berdasarkan kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin* dan *Google Earth*, serta koordinat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang berdasarkan *Google Earth*.

Tabel 4. 2 Data Koordinat

No	Koordinat	Data Al-Biruni	Data Google Earth
1	Lintang Makkah (Φ^m)	21° 40`	21° 25` 21”
2	Bujur Makkah (Λ^m)	67°	39° 49` 34”
3	Lintang Ghazna (Φ^g)	33° 35`	33° 32` 42”
4	Bujur Ghazna (Λ^g)	94° 22` 24”	68° 25` 02”
5	Lintang Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang (φ^x)	-	- 6° 59` 31”

6	Bujur Masjid Walisono Kampus 3 UIN Walisono Semarang (λ^x)	-	110° 21' 01''
---	---	---	---------------

Setelah mengetahui data-data koordinat di atas, maka penulis akan memaparkan algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* menggunakan data koordinat versi Al-Biruni dan *Google Earth*, sebagai berikut:

- a. Arah Kiblat Kota Ghazna Berdasarkan Data Koordinat Versi Al-Biruni

$$\text{Lintang Tempat } (\varphi^G) = 33^\circ 35'$$

$$\text{Bujur Tempat } (\Lambda^G) = 94^\circ 22' 24''$$

$$\text{Lintang Makkah } (\varphi^M) = 21^\circ 40'$$

$$\text{Bujur Makkah } (\Lambda^M) = 67^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Bujur } \Delta\Lambda &= \Lambda^G - \Lambda^M \\ &= 94^\circ 22' 24'' - 67^\circ \\ &= 27^\circ 22' 24'' \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan:

$$\text{Sin } p = (\text{Cos } \varphi^G \cdot \text{Sin } \Delta\Lambda) = 22^\circ 31' 20''$$

$$\text{Sin } OT = (\text{Sin } \varphi^G / \text{Cos } p) = 36^\circ 47' 8''$$

$$MC = OT - \varphi^M - 90^\circ = 74^\circ 52' 52''$$

$$\text{Sin } MS = (\text{Sin } MC \cdot \text{Cos } p) = 63^\circ 5' 42''$$

$$\sin az = (\cos \varphi^M \cdot \sin \Delta\Lambda / \cos MS) = 70^\circ 47' 6''$$

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat } (az) &= 180 + az \\ &= 180 + 70^\circ 47' 6'' \\ &= 250^\circ 47' 6'' \text{ (Kiblat Terhadap} \end{aligned}$$

Utara)

$$\begin{aligned} \text{Azimuth Kiblat } (az) &= az \\ &= 70^\circ 47' 6'' \text{ (Kiblat Terhadap} \end{aligned}$$

Selatan)

Setelah mengetahui nilai azimuth kiblat Kota Ghazna dengan menggunakan data koordinat versi Al-Biruni. Maka lihatlah Tabel 4.1 di atas, sebagai syarat penentuan arah kiblat metode Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*. Dan diketahui bahwa kota Ghazna memiliki Lintang Lokasi (φ^G) > Lintang Makkah (φ^M) dan Bujur Lokasi (Λ^G) > Bujur Makkah (Λ^M).

b. Arah Kiblat Kota Ghazna Berdasarkan Data Koordinat *Google Earth*

$$\text{Lintang Tempat } (\varphi^G) = 33^\circ 32' 42''$$

$$\text{Bujur Tempat } (\Lambda^G) = 68^\circ 25' 02''$$

$$\text{Lintang Makkah } (\varphi^M) = 21^\circ 25' 20''$$

$$\text{Bujur Makkah } (\Lambda^M) = 39^\circ 49' 34''$$

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih Bujur } \Delta\Lambda &= \Lambda^G - \Lambda^M \\
 &= 68^\circ 25' 02'' - 39^\circ 49' 34'' \\
 &= 28^\circ 35' 28''
 \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan:

$$\sin p = (\cos \varphi^G \cdot \sin \Delta\Lambda) = 23^\circ 30' 23''$$

$$\sin OT = (\sin \varphi^G / \cos p) = 37^\circ 03' 22''$$

$$MC = OT - \varphi^M - 90^\circ = 74^\circ 21' 58''$$

$$\sin MS = (\sin MC \cdot \cos p) = 62^\circ 01' 02''$$

$$\sin az = (\cos \varphi^M \cdot \sin \Delta\Lambda / \cos MS) = \mathbf{71^\circ 42' 23''}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Azimuth Kiblat } (az) &= 180 + az \\
 &= 180 + 71^\circ 42' 23'' \\
 &= \mathbf{251^\circ 42' 23''} \text{ (Kiblat Terhadap}
 \end{aligned}$$

Utara)

$$\begin{aligned}
 \text{Azimuth Kiblat } (az) &= az \\
 &= \mathbf{71^\circ 42' 23''} \text{ (Kiblat Terhadap}
 \end{aligned}$$

Selatan)

Setelah mengetahui nilai azimuth kiblat Kota Ghazna dengan menggunakan data koordinat *Google Earth*. Maka lihatlah Tabel 4.1 di atas, sebagai syarat penentuan arah kiblat metode Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*. Dan diketahui bahwa kota Ghazna memiliki Lintang Lokasi (φ^G) > Lintang Makkah (φ^M) dan Bujur Lokasi (Λ^G) > Bujur Makkah (Λ^M).

B. Analisis Keakurasian Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣṭīh Masāfāt al-Masākin*

Seiring dengan perkembangan zaman dan ilmu pengetahuan, maka banyak pula bermunculan metode perhitungan yang semakin canggih dan akurat. Metode-metode hisab arah kiblat yang telah ada sekarang, awal mulanya berasal dari metode hisab yang ada pada zaman dahulu khususnya abad pertengahan. Al-Biruni contohnya, yang merupakan astronom muslim abad pertengahan dan mempunyai banyak karya di bidang astronomi dan matematika. Metode hisab arah kiblat Al-Biruni atau algoritmanya menggunakan sistem segitiga bola, yang sampai sekarang masih dijadikan acuan dalam perhitungan arah kiblat menggunakan metode segitiga bola. Meskipun metode segitiga bola yang kita gunakan saat ini sudah dimodifikasi dan dikembangkan kepada metode kontemporer supaya lebih rinci dan mudah untuk dipahami. Akan tetapi, untuk membuktikan bahwa metode-metode tersebut akurat sehingga dapat dijadikan sebuah pedoman tentunya perlu adanya perbandingan antara metode satu dengan yang lainnya. Hal ini bertujuan untuk membuktikan tingkat keakurasian serta kelemahan apa saja yang ada pada metode tersebut. Sehingga pengembangan akan terus selalu dilakukan untuk mencapai hasil yang lebih maksimal.

Dalam mengukur tingkat akurasi pada suatu metode perhitungan, maka dibutuhkan adanya tolak ukur yang dijadikan patokan atau acuan dalam perbandingan. Pada umumnya dalam pembahasan arah kiblat, tolak ukur yang digunakan adalah metode modern (kontemporer) yang dianggap memiliki tingkat keakurasian tinggi. Namun tidak hanya itu, disini penulis juga membandingkan dengan metode arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī*. Dalam pembahasan arah kiblat, kitab ini merupakan karya astronomi Al-Biruni yang paling komprehensif yang memuat secara terperinci untuk menyelesaikan masalah arah kiblat. Dan kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* dihasilkan tidak jauh berbeda dengan kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin*, yang merupakan karya Al-Biruni abad pertengahan. Oleh karena itu, penulis akan menguji keakurasian hasil perhitungan algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin* dengan metode modern (kontemporer) dan metode Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī*.

a. Metode Modern (kontemporer)

Metode modern (kontemporer) merupakan metode yang dianggap memiliki keakurasian yang tinggi. Dan metode modern (kontemporer) saat ini diyakini sebagai metode yang komprehensif baik dari segi data maupun

perhitungannya. Dalam hal ini penulis akan memaparkan hasil perhitungan arah kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang berdasarkan metode hisab *Ephemeris*, sebagai berikut:

- Arah Kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang

Lintang Tempat (ϕ^x) = $-6^\circ 59' 31''$ LS

Bujur Tempat (λ^x) = $110^\circ 21' 01''$ BT

Lintang Makkah (ϕ^m) = $21^\circ 25' 20''$ LU

Bujur Makkah (λ^m) = $39^\circ 49' 34''$ BT

SBMD (C) = $\lambda^x - \lambda^m$
 = $110^\circ 21' 01'' - 39^\circ 49' 34''$
 = $70^\circ 31' 27''$

**Cotan AQ = Tan ϕ^k x Cos ϕ^x : Sin C – Sin ϕ^x ;
 Tan C**

= Tan $21^\circ 25' 20''$ x Cos $-6^\circ 59' 31''$: Sin $70^\circ 31' 27''$ – Sin $-6^\circ 59' 31''$: Tan $70^\circ 31' 27''$

AQ = $65^\circ 28' 54.67''$

AZ = $360 - 65^\circ 28' 54.67''$

AZ = $294^\circ 31' 5.33''$

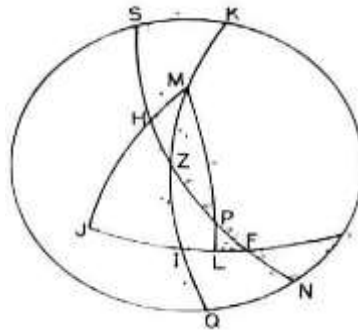
b. Metode Al-Biruni dalam Kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī*

Kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī* merupakan salah satu karya Al-Biruni yang sangat monumental dalam bidang astronomi. Karya ini merupakan ensiklopedi yang sangat lengkap mencakup pengetahuan tentang matematika, astronomi dan kalender. Banyak ilmuwan yang mengatakan bahwa kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī* merupakan monumen ilmu pengetahuan astronomi abad pertengahan. Kitab ini diselesaikan penulisannya pada tahun 1030 M/421 H, disampaikan sebagai persembahan kepada Sultan Mas'ud di Ghazna.⁵

Metode perhitungan arah kiblat Al-Biruni dibahas pada buku ke-5 bagian 5 dari kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī*. Dalam penjelasannya Al-Biruni menggunakan metode segitiga bola yang dipandang dari luar, dengan zenith pengamat berada di luar dan horizon berada di pinggir. Dalam gambar 4.1, Z dan M adalah zenith dari pengamat dan Makkah secara berurutan, ZPN dan MPL adalah meridian secara berurutan, dengan P adalah kutub langit. MZQ adalah lingkaran besar melalui zenith, dengan kutub di G; dan JLG dan JHM adalah horizon dari M dan F secara berurutan. Itu mengasumsikan bahwa kita sudah mengetahui lintang pengamat dan Makkah,

⁵ Arwin Juli Rakhmadi Butar-butur, *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*, (Purwokerto: UM Purwokerto Press, 2016), 275.

serta perbedaan bujur; ini diukur oleh $PN = \varphi^z$ (lintang tempat), $PL = \varphi^m$ (lintang Makkah), dan $MPZ = \Delta L$. Kiblat diukur dari meridian selatan pengamat adalah $q = SZM = SK$.⁶



Gambar 4. 1 Ilustrasi Segitiga Bola Versi Al-Biruni dalam Kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī*⁷

Berikut penulis paparkan hasil perhitungan arah kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang dengan menggunakan metode Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī*:

- Arah Kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang:

$$\text{Lintang Tempat } (\varphi^z) = -6^\circ 59' 31'' \text{ LS}$$

⁶ Abdul Kohar, "Pemikiran Hisab Rukyat Al-Biruni", Al-Mizan: *Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, Vol. 14, No. 1, 2018, 74.

⁷ Kohar, "Pemikiran Hisab Rukyat Al-Biruni", 75.

$$\begin{aligned}
\text{Bujur Tempat } (\lambda^x) &= 110^\circ 21' 01'' \text{ BT} \\
\text{Lintang Makkah } (\varphi^m) &= 21^\circ 25' 20'' \text{ LU} \\
\text{Bujur Makkah } (\lambda^m) &= 39^\circ 49' 34'' \text{ BT} \\
\text{Selisih Bujur } \Delta L &= 110^\circ 21' 01'' - 39^\circ 49' \\
&34'' \\
&= 70^\circ 31' 27''
\end{aligned}$$

Hasil Perhitungan:

$$\sin \theta_1 = (\sin \Delta L) (\cos \varphi^m) \rightarrow \theta_1 = 61^\circ 21' 36.34''$$

$$\sin \theta_2 = \frac{\sin \varphi^m}{\cos \theta_1} \rightarrow \theta_2 = 49^\circ 38' 32.84''$$

$$\theta_3 = \varphi^z - \theta_2 \rightarrow \theta_3 = -56^\circ 38' 3.84''$$

$$\cos \theta_4 = (\cos \theta_1) (\cos \theta_3) \rightarrow \theta_4 = 74^\circ 42' 56.91''$$

$$\cos \text{Arah Kiblat} = (\cos \theta_1) (\sin \theta_3) / \sin \theta_4 \rightarrow \text{Arah}$$

$$\text{Kiblat} = 114^\circ 31' 5.33'' \text{ (Arah Kiblat metode ini}$$

belum memperhitungkan sudut kanan sehingga

dikurangi dengan 90°) sehingga, Arah Kiblat = 114°

$$31' 5.33'' - 90^\circ = 24^\circ 31' 5.33'' \text{ (B-U)}$$

$$\sin \text{Arah Kiblat} = \sin \theta_1 / \sin \theta_4 \rightarrow \text{Arah Kiblat} =$$

$$65^\circ 28' 54.67'' \text{ (U-B), Rumus terakhir yang}$$

digunakan Al-Biruni.

$$\text{Azimuth Kiblat} = 360 - 65^\circ 28' 54.67''$$

$$\text{Azimuth Kiblat} = 294^\circ 31' 5.33''$$

Keterangan:

θ_1 = beda bujur antara M dan Z, busur besar dari M sampai Z meridian orthogonal pada titik H.

θ_2 = lintang Z, ketinggian H.

θ_3 = beda ketinggian antara M dan Z, busur dari H ke Z.

θ_4 = jarak dari M dan Z, sudut antara pengamat dan Makkah.

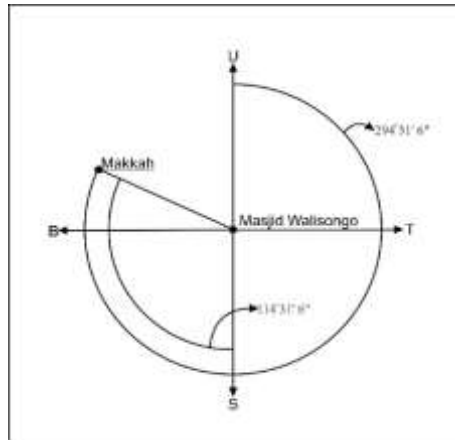
Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dengan menggunakan algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*, berdasarkan data koordinat versi Al-Biruni dan *Google Earth*, maka dapat ditarik kesimpulan dalam sebuah tabel berikut ini:

Tabel 4. 3 Akurasi Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni dalam Kitab Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin

Metode Al-Biruni	Ghazna (Kitab <i>Tahdīd</i>)	Ghazna (<i>Google Earth</i>)	Masjid Walisono Kampus 3 UIN Walisono (<i>Google Earth</i>)
Kiblat Terhadap	250° 47`6”	251° 42`23”	294° 31`5”

Utara			
Kiblat Terhadap Selatan	70° 47` 6”	71° 42` 23”	114° 31` 5”

Terlihat dari Tabel 4.3 di atas, bahwa untuk arah kiblat menggunakan data koordinat versi Al-Biruni yang bersumber dari kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin*, memiliki selisih 0° 55` 17” atau kurang dari 1° bila dibandingkan dengan arah kiblat menggunakan data koordinat *Google Earth*. Hal tersebut karena data koordinat dari *Google Earth* lebih *update* dan akurat dari mulai derajat, menit dan detik dibandingkan dengan data koordinat versi Al-Biruni berdasarkan kitab ini. Meskipun demikian, algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd* ini dapat diterapkan dengan akurat ketika menguji arah kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya.



Gambar 4. 2 Ilustrasi Arah Kiblat Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang

Namun selain itu, penulis juga menguji keakurasian algoritma arah kiblat Al-Biruni dengan dua metode yang berbeda yaitu, metode hisab kontemporer (*ephemeris*) dan metode hisab Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī*. Berikut penulis simpulkan dalam sebuah tabel:

Tabel 4. 4 Akurasi Algoritma Arah Kiblat Al-Biruni

Lokasi	Kitab <i>Tahdīd Nihāyāt al-Amākin</i>	Kitab Al- <i>Qānūn al- Mas`ūdī</i>	<i>Ephemeris</i>
Masjid Walisongo Kampus 3 UIN Walisongo Semarang	294° 31`5”	294°31`5.33”	294°31`5.33”

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* bisa diterapkan dalam pengukuran arah kiblat. Karena setelah penulis melakukan pengujian dengan menggunakan metode Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* dan kontemporer (*ephemeris*), dijumpai tidak ada selisih yang signifikan hanya pada satuan detik saja yakni 0° 0` 33” dalam artian tidak sampai pada satuan menit maupun derajat.

Metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* dapat dijadikan pedoman dalam penentuan arah kiblat, karena memiliki hasil yang akurat berdasarkan hisab metode kontemporer (*ephemeris*) dan kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* yang merupakan karya terbesar Al-Biruni juga dibidang astronomi. Dan metode algoritma arah kiblat ini bisa diterapkan dimana saja, tidak hanya di Indonesia melainkan secara universal pun bisa diterapkan dalam penentuan arah kiblat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang penulis paparkan di bab-bab sebelumnya terkait algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* beserta keakurasiannya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* adalah dengan menggunakan aturan hukum sinus cosinus atau biasa disebut trigonometri bola. Sebagaimana yang dikenal, bahwa Al-Biruni merupakan orang yang pertama kali mengukur arah kiblat secara akurat dengan menggunakan trigonometri bola. Bahkan metode kontemporer yang kita gunakan saat ini berasal dari metode trigonometri bola Al-Biruni. Dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin*, Al-Biruni menentukan sendiri data koordinat kota Ghazna yang ingin dijadikan penentuan arah kiblat, kemudian barulah Al-Biruni memberikan aturan dalam mencari arah kiblat. Aturan yang dibuat oleh Al-Biruni berupa rumus akhir dalam menentukan azimuth kiblat yaitu:

Lintang Lokasi < Lintang Makkah, Bujur Lokasi >
 Bujur Makkah maka arah kiblat terhadap Utara =
 $360^\circ - az$ dan terhadap Selatan = $180^\circ - az$, begitu
 seterusnya sesuai dengan table 4.1.

2. Setelah mengetahui hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* dapat diterapkan dalam pengukuran arah kiblat. Hal tersebut berdasarkan hasil uji akurasi dengan menggunakan metode kontemporer (*ephemeris*) dan metode Al-Biruni dalam kitab *Al-Qānūn al-Mas'ūdī* yang sezaman pada abad pertengahan. Ketika diuji tingkat akurasinya dengan menggunakan kedua metode tersebut, hasilnya tidak ada selisih yang signifikan hanya berbeda di detik saja tidak sampai pada menit ataupun derajat dan metode algoritma arah kiblat Al-Biruni bisa diterapkan secara akurat. Hal ini juga dapat disimpulkan bahwa metode algoritma arah kiblat Al-Biruni dalam kitab *Tahdūd Nihāyāt al-Amākin li Tashīh Masāfāt al-Masākin* sudah akurat pada zamannya.

B. Saran

Dari kesimpulan di atas, penulis ingin memberikan saran terhadap skripsi ini sebagai berikut:

1. Metode arah kiblat dalam kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin* bisa dijadikan pedoman dalam penentuan arah kiblat. Namun, jika terdapat metode yang akurat dan lebih mudah dipahami maka penulis menyarankan menggunakan metode tersebut. Karena memahami metode ini bisa dibbilang membutuhkan waktu yang cukup lama.
2. Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin* ditulis menggunakan bahasa Arab dan berbentuk manuskrip, serta terjemah dan analisisnya menggunakan bahasa Inggris. Sehingga bagi yang belum terlalu mahir dalam berbahasa Arab dan Inggris, lebih baiknya kitabnya di tahqiq terlebih dahulu atau menggunakan bantuan transliterasi dalam memahaminya.
3. Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin* merupakan kitab falak atau astronomi klasik abad pertengahan yang berbentuk manuskrip. Hendaknya perlu dijaga dan dilestarikan bagi pegiat ilmu falak sebagai salah satu khazanah keilmuan. Meskipun sudah banyak bermunculan metode hisab arah kiblat yang lebih modern, akan tetapi metode

klasik di abad pertengahan jangan sampai dilupakan. Supaya khazanah keilmuan terdahulu masih bisa eksis dan relevan dipelajari pada zaman sekarang ini.

C. Penutup

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan, kesempatan serta keberkahan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat kelulusan dan meraih gelar sarjana.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, masih terdapat kekurangan dan kelemahan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sekalian. Karena ketahuilah, kebenaran dan kesempurnaan itu hanya milik Allah SWT kita sebagai hamba-Nya hanya bisa belajar dan terus berproses.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan semua orang yang ingin belajar ilmu falak. Dan semoga kita semua selalu diberikan keberkahan oleh Allah SWT *Aamiin...*

DAFTAR PUSTAKA

Buku:

A. King, David. *Islamic Mathematical Astronomy*. London: Variorum Reprints. Part III. 1986.

Abi al-Husaini Muslim, Imam. *Shahih Muslim*, Juz II. Beirut: Daarul Kutubil `Ilmiyyah. t.th.

Ahmad, Zainuddin. *Muhtashar Shahih Bukhari*. Beirut: Daarul Kutubil `Ilmiyyah. t.t.

Al-Biruni. *Tahdiḍ Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīḥ Masaḥāt al-Masaḥin*. 1017 M.

Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA UGM. 2012.

Arifin, Zainul. *Ilmu Falak*. Yogyakarta: Lukita. 2012.

Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar. 2012.

_____. *Ilmu Falak (Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern)*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah. 2011.

- Azwar, Syaifuddin. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, cet. XII. 2011.
- Dallal, Ahmad. *Sains-Sains Islam*, dalam “The Oxford History of Islam”. Diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia oleh: M. Khoirul Anam. Jakarta: Inisiasi Press. 2004.
- Gunawan, Imam. *Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Praktik*. Jakarta: Bumi Aksara. 2013.
- Hadi Bashori, Muhammad. *Pengantar Ilmu Falak*. Jakarta: Pustaka Al-Kautsar. 2015.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak I: Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo. 2011.
- _____. *Ilmu Falak (Arah Kiblat Setiap Saat)*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu. 2017.
- Husni Al-Kharbuthli, Ali. *Sejarah Ka`bah*. Jakarta: Turos Pustaka. 2015.
- Ibnu Katsir, Isma`il. *Tafsir Al-Qur`an Al-`Azim*, Jilid I. Riyad: Dar Taibah. 1999.
- Isa Muhammad bin Isa bin Saurah al-Tirmidzi, Abi. *Jami`u al-Tirmidzi*. Riyadh: Bait al-Afkar al-Dauliyah. t.th.

- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra. 2017.
- Juli Rakhmadi Butar-butur, Arwin. *Astronom Muslim Sepanjang Sejarah Peradaban Islam*. Yogyakarta: Penerbit Suara Muhammadiyah. 2019.
- _____. Juli Rakhmadi Butar-butur, Arwin. *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*. Purwokerto: UM Purwokerto Press. 2016.
- Kennedy, E.S. *A Commentary Upon Biruni`s Kitab Tahdid Al-Amakin*. Beirut: American University of Beirut. 1973.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka. 2011.
- _____. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka. 2005.
- Khoiri, Nur. *Metode Penelitian Pendidikan (Ragam, Model dan Pendekatan)*. Semarang: Southeast Asian Publishing. 2018.
- Mohamed, Mohaini. *Great Muslim Mathematicians, (Matematikawan Muslim Terkemuka)*. Diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia oleh: Thamir Abdul Hafedh Al-Hamdany. Jakarta: Salemba Teknika, cet. I. 2001.

- Ma`rufin Sudiby, Muh. *Sang Nabi Pun Berputar*. Solo: Tinta Medina. 2011.
- Muhammad Awwad Al-Jaziry, Abdurrahman. *Kitabul Fiqh `Ala Madzahibil Arba`ah*. Beirut: Dar Ihya` At-Turats Al-`Araby. 1669.
- Mustafa Al-Maraghi, Ahmad. *Tafsir Al-Maraghi*, Jilid II. Kairo: Maktabah Mustafa Al-Babi Al-Halabi. 1946.
- Quthb, Sayyid. *Tafsir Fii Dhilalil Qur`an*, Juz 1. Jakarta: Gema Insani. 2000.
- Rakhmadi Butar-butur, Arwin Juli. *Astronom Muslim Sepanjang Sejarah Peradaban Islam*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah. 2019.
- Ramdan, Anton. *Islam dan Astronomi*. Jakarta: Bee Media Indonesia. 2009.
- RI, Kementerian Agama. *Al-Qur`an dan Terjemahannya*. 2019.
- Rusyd, Ibnu. *Bidayah al-Mujtahid Wa Nihayah al-Muqtasid*. Kairo: al-Syuruq al-Dauliah. 1993.
- Sadykov, Kh. U. *Abu Raihan Al-Biruni” dan Karyanya dalam Bidang Astronomi dan Geografi Matematika*. Jakarta: Suara Bebas. 2007.

Sanjaya, Mada dkk. *Algoritma Arah Kiblat AL-Biruni Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣḥīh Masāfāt al-Masākin Disertai Implementasinya Menggunakan Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Bolabot. 2019.

Scheppler, Bill. *Al-Biruni Master Astronomer and Muslim Scholar of the Eleventh Century*. Diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia oleh: D. Anshor (*Al-Biruni Pakar Astronomi dan Ilmuwan Muslim Abad ke-11*). Jakarta: Muara, cet I. 2013.

Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta. 2009.

Suwandi, dan Basrowi. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta: PT. Rineka Cipta. 2008.

Warson Munawir, Ahmad. *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progressif. 1997.

Jurnal:

Eko Atmanto, Nugroho. “Relevansi Konsep Fajar dan Senja dalam Kitab *Al-Qānūn al-Mas`ūdī* Bagi Penetapan Waktu Salat Isya` san Shubuh”. *Analisa: Jurnal Sosial dan Agama*. Vol. 19 No. 01. 2012.

Kalam Daud dan Muhammad Kamalussafir, Mohd. “Akurasi Arah Kiblat Komplek Pemakaman Ditinjau Menurut Kaidah Trigonometri (Studi Kasus di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh)”. Samarah: *Jurnal Hukum Keluarga dan Hukum Islam Fakultas Syari`ah dan Hukum UIN Ar-Raniry Banda Aceh*. Vol. 2 No. 2 Juli-Desember. 2018.

Kohar, Abdul. *Pemikiran Hisab Rukyah Abu Raihan Al-Biruni*. Al-Mizan: *Jurnal Pemikiran Hukum Islam*. Vol. 14, No. 1. 2018.

Mujab, Sayful. “Kiblat dalam Perspektif Madzhab-madzhab Fiqh”. *Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam*. Vol. 5, no. 2. 2014.

Ni`am, M. Ihtirozun, Nizma Nur Rahmi, dan Fikri Burhanuddin. “Arah Kiblat dengan Konstelasi (Studi Penentuan Arah Kiblat dengan *Gubug Penceng*)”. Al-Hilal: *Jurnal Astronomi Islam*. Vol. 2, No. 2. 2020.

Shahimi, Rodhiyah dan Roslan Umar. “Pendekatan Al-Biruni dalam Memahami Konsep Gerhana Menurut Kitab Al-Qanun Al-Mas`udi”. *Asian Journal of Civilizational Studies (AJOCS)*. Vol. 2 No. 1. Malaysia: Fakulti Pengajian

Kontemporari Islam (FKI), Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA). 2020.

Yazid Raisal, Abu. “Posisi Matahari Pada Saat Equinox, Summer Solstice, dan Winter Solstice di OIF UMSU”. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika* Vol. 7, No. 1. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 2020.

Skripsi:

Akmal Habib, Muhammad. “Alternatif Rashdul Qiblah dalam Tabel Rashdul Qiblah Abadi”. *Skripsi* S.1 Fakultas Syari`ah dan Hukum. Semarang: UIN Walisongo. 2020.

Fajrullah. “Kontruksi Alat Moon Verificator dan Tingkat Akurasi dalam Rukyatul Hilal”. *Skripsi* S.1 Fakultas Syari`ah dan Hukum. Semarang: UIN Walisongo. 2020.

Laili, Barakatul. “Analisa Metode Pengukuran Arah Kiblat Slamet Hambali”. *Skripsi* S.1 Fakultas Syari`ah. Semarang: IAIN Walisongo. 2013.

Rexy, Ahmad. “Studi Analisis Pemikiran Ulugh Beg tentang Algoritma Hisab Arah Kiblat dalam Kitab Zij Al-Sultani”. *Skripsi* S.1 Fakultas Syari`ah dan Hukum. Semarang: UIN Walisongo. 2019.

Kuswidi, Iwan. “Aplikasi Trigonometri dalam Penentuan Arah Kiblat”. *Skripsi* S.1 Fakultas Syari`ah. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga. 2003.

Tesis:

Tatmainul Qulub, Siti. “Analisis Metode *Raṣḍul Qiblah* dalam Teori Astronomi dan Geodesi”. *Tesis*: IAIN Walisongo Semarang. 2013.

Majalah:

Izzuddin, Ahmad. *Abu Raihan Al-Biruni dan Teori Penentuan Arah Kiblat (Studi Penelusuran Asal Teori Penentuan Arah Kiblat)*. “Laporan Penelitian Individual”. Semarang: Fakultas Syari`ah IAIN Walisongo. 2011.

Majalah Observatoria. *Memotret Semesta Demi Iman dan Peradaban*. Medan: Observatorium Ilmu Falak UMSU. ISSN 2685-247. 2020.

Internet:

https://id.m.wikipedia.org_kladius_ptolemeus. 24 Juni 2021/13

Dzulqo`dah 1442 H.

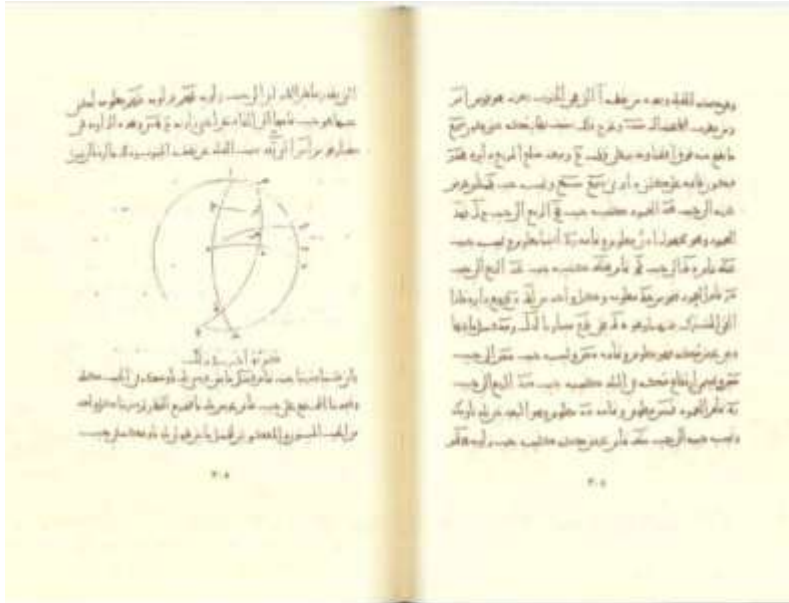
<https://kbbi.web.id>trigonometri> 20 Januari 2022/17 Jumadil

Tsani 1443 H.

<http://rumpunilmu25blogspot.com/2016/06/segitiga-pada-ilmu-falak.html>, 16 Januari 2022/13 Jumadil Tsani 1443 H.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran I



CS Dipindai dengan CamScanner

Manuskrip Kitab *Tahdīd Nihāyāt al-Amākin li Taṣhīh Masāfāt al-Masākin* Karya Abu Raihan Al-Biruni

Lampiran II

Data Koordinat Kota Ghazna Menggunakan *Google Earth*

Lampiran III

Data Koordinat Masjid Walisongo Menggunakan *Google Earth*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Ryky Dian Pratama
 NIM : 1802046100
 Tempat, Tanggal Lahir : Keranji Guguh, 29 Juni 2000
 Alamat Asal : Dusun Bina Karya, RT. 08 RW. 03, Kampung Keranji Guguh, Kecamatan Koto Gasib, Kabupaten Siak, Provinsi Riau
 Alamat Sekarang : Pondok Pesantren Al-Firdaus YPMI Bukit Silayur Permai, Jl. Kedondong Jalal Duwet, RT. 02 RW. 04, Kelurahan Bringin, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah
 No. HP : 081997200072
 E-mail : rykydianpratama@gmail.com
 Riwayat Pendidikan :

a. Pendidikan Formal

1. TK Pertiwi Keranji Guguh (2004-2006)
2. SD Negeri 11 Keranji Guguh (2006-2012)
3. MTs Ittihadul Muslimin Siak (2012-2015)
4. MAS Ittihadul Muslimin Siak (2015-2018)

b. Pendidikan Non Formal

1. Pondok Pesantren Ittihadul Muslimin Siak
2. Pondok Pesantren Al-Firdaus YPMI Semarang

Pengalaman Organisasi :

1. OPPIM (Organisasi Pelajar Pondok Pesantren Ittihadul Muslimin) (2016-2018)
2. Staff Departemen P3M CSSMoRA UIN Walisongo Semarang (2019-2020)
3. Litbang HMJ Ilmu Falak UIN Walisongo Semarang (2020-2021)

4. Koordinator Departemen P3M CSSMoRA UIN Walisongo Semarang (2020-2021)
5. Staff Departemen P3M Nasional CSSMoRA (2020-2021)
6. Koordinator P3M Nasional CSSMoRA (2021-Sekarang)